ANNALES

DE

TECHNOLOGIE AGRICOLE

CRA
½ toile écrue
pièce verte
titre souligné
tomaison et année

CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES - VERSAILLES DOCUMENTATION
Clt
Inv. 3494

Tome I. 1938.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES

DE

TECHNOLOGIE AGRICOLE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

DAUTHY, directeur de l'École nationale des Industries agricoles de Douai;

GUITTONNEAU, professeur à l'Institut national agronomique, directeur du Laboratoire national des Industries laitières et de fermentations;

NOTTIN, professeur de Technologie agricole à l'Institut national agronomique;

SEMICHON, directeur honoraire de la Station régionale de recherches viticoles et œnologiques de Narbonne.

RÉDACTION :

Secrétaire Général : P. REY, inspecteur général des Stations et laboratoires de recherches agronomiques.

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1938

CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE LA DOCUMENTATION
VERSAILLES

RECHERCHE SUR LA PASTEURISATION DES LAITS DE CONSOMMATION.

PREMIER MÉMOIRE.

CHOIX D'UN MILIEU DE CULTURE POUR LA NUMÉRATION DES GERMES MICROBIENS[1]

PAR

G. Guittonneau, Professeur à l'Institut agronomique, Directeur

G. Mocquot, Chef de travaux

A. Eyrard, Chef de travaux

du Laboratoire national des Industries laitières.

Introduction.

Il est à peine besoin de rappeler ici que la détermination du nombre total des germes vivants de toutes espèces qui peuvent se trouver dans un lait n'est pas pratiquement réalisable. Mais cela ne signifie nullement qu'aucun intérêt ne s'attache aux numérations microbiennes effectuées par la méthode classique des plaques gélosées. Tout au contraire, cette méthode fournit des indications extrêmement précieuses dans l'étude des problèmes que pose la bactériologie laitière et c'eût été une lourde faute que de dédaigner les services qu'elle pouvait nous rendre dans les recherches sur la pasteurisation que nous avons entreprises depuis deux années.

Au moment où nous allions aborder nos travaux, nous avions toutefois jugé nécessaire de préciser les conditions dans lesquelles nous allions faire appel aux plaques gélosées, de telle sorte que le sens à attribuer aux résultats de nos numérations gardât toujours à nos yeux une signification parfaitement claire. Une adaptation de la méthode classique nous avait ainsi semblé s'imposer qui se ramenait en fin de compte au choix d'un milieu nutritif convenable pouvant servir de base à la préparation des plaques.

[1] Cet article a été publié dans le *Lait*, 18e année, tome XVIII, mars 1938.

Plusieurs considérations nous ont guidés dans ce choix.

La pasteurisation a pour objet primordial la destruction des germes pathogènes. Or l'on sait qu'on n'a malheureusement rien à attendre des numérations sur plaques pour mettre pratiquement en évidence la présence et la destruction des plus redoutables de ces micro-organismes dans les laits soumis à la pasteurisation. Mais la pasteurisation détruit aussi un très grand nombre de germes banaux indésirables qui se développent bien et se laissent facilement dénombrer sur les milieux couramment employés en bactériologie. Pour suivre la destruction de ces germes banaux, on n'aurait donc, semblait-il, que l'embarras d'un choix à effectuer entre beaucoup de formules qui se présentaient à l'esprit. Et il paraissait tout d'abord naturel de penser que celles de ces formules qui permettraient l'apparition d'un nombre maximum de colonies dans des essais comparatifs devaient être les plus recommandables.

Il ne nous a pas semblé cependant que cet argument si simple put être retenu sans plus ample informé. Tous les germes banaux que peuvent renfermer les laits n'ont pas en effet au point de vue qui nous intéressait, la même valeur. Il en est parmi eux qui sont infiniment mieux adaptés au milieu que les autres et, suivant une loi bien connue de la bactériologie, ceux qui b néficient de cette meilleure adaptation sont les seuls qui peuvent jouer un rôle décisif dans le peuplement microbien du liquide. Pour chaque zone de température qu'on puisse envisager, le lait doit ainsi garder un certain pouvoir sélectif dont il semble bien qu'on n'ait jamais le droit de faire abstraction.

En introduisant ainsi la notion de la sélectivité du milieu naturel nous avons donc été conduits à l'idée qu'il conviendrait sans doute de distinguer, parmi les germes banaux présents dans les laits, ceux qui peuvent constituer la microflore envahissante de ceux qui n'ont aucune chance de pouvoir proliférer dans les conditions physiologiques où ils se trouveront placés.

En dernière analyse c'est la microflore envahissante des laits de consommation qui devait retenir notre attention dans l'étude que nous allions faire des contaminations du lait avant ou après la pasteurisation. La méthode de numération que nous allions choisir devait donc se montrer aussi parfaitement adaptée que possible à l'étude de cette microflore. Et cela revient à dire que le milieu nutritif que nous voulions adopter ne devait s'éloigner que le moins possible du lait par ses qualités alimentaires.

Ce sont évidemment les plaques gélosées à base de lait écrémé qui auraient le mieux réalisé cette condition primordiale. Elles sont malheureusement trop opaques pour permettre pratiquement de bonnes numérations. Mais, le lait écrémé soumis à un début de digestion trypsique, juste suffisant pour lui faire perdre son opacité, permet de préparer des plaques dont la transparence est entièrement satisfaisante. C'est sur ce milieu nutritif que nous avons fixé notre choix.

A titre de référence, il nous a cependant semblé nécessaire de comparer ce nouveau milieu à deux autres couramment employés en bactériologie laitière, celui de Bowers et Hucker dont Frayer [2] a récemment démontré la supériorité sur le milieu standard américain et celui de Demeter.

On verra dans la suite de ce mémoire les résultats de nos comparaisons.

Quelques précisions sur les trois milieux nutritifs mis en comparaison.

Milieu à base de lait écrémé digéré par la trypsine (Milieu A).

L'un de nous [4], en collaboration avec P. Sajous et R. de Peet a antérieurement établi le mode de préparation de ce milieu.

Cette préparation a été légèrement simplifiée dans nos recherches actuelles : la digestion à 37° dure trois jours au lieu de six. Le taux d'N est ramené à environ 1,8 p. 1.000 en diluant

dans la proportion de 1 à 3 volume du lait initial, sans qu'il soit nécessaire de faire un dosage. Le milieu renferme tous les éléments du lait écrémé dilué, sauf la caséine qui est remplacée par les premiers produits de sa digestion trypsique. Il permet la meilleure croissance possible des ferments lactiques et des microbes banaux que l'on rencontre communément dans le lait et dans la vaisselle laitière insuffisamment nettoyée.

D'autre part son mode de préparation à partir du lait écrémé le rend facilement utilisable dans les laboratoires annexés aux industries laitières et son prix de revient est moins élevé que celui des milieux à base de peptones commerciales.

Milieu Bowers et Hucker (1) (Milieu B).

Le milieu est livré sous forme de poudre par «Difco» et présente la composition suivante :

Bacto-tryptone	5 grammes.
Bacto-dextrose	1 gramme.
Bacto Agar	15 grammes.
Lait écrémé	5 cm³.
Eau	1.000 cm³.

Milieu Demeter (3) (Milieu C).

Sa composition est la suivante :

Extrait de viande Liebig	3 grammes.
Peptone	5 —
Lactose	10 —
Sel de cuisine	5 —
Gélose	15 —
Eau distillée	1.000 cm³.

Comparaison entre les trois milieux de culture.

Ces comparaisons ont été établies sur deux séries d'essais. Dans la première, on se proposait de mettre en parallèle les résultats obtenus dans le dénombrement de la population microbienne de différents laits crus ou pasteurisés en faisant usage du milieu A, d'une part, et des milieux B ou C d'autre part. Dans la deuxième, on a étudié les erreurs de la numération sur chacun des trois milieux.

A. Première série d'essais.

Dans ces essais les ensemencements étaient effectués suivant les méthodes classiques (Standard Methods of Milk analysis). Deux boîtes de Pétri étaient préparées avec chaque échantillon et les résultats inscrits dans les tableaux I et II représentent la moyenne du nombre des colonies obtenues sur ces deux boîtes.

Tableau I. — Numérations comparatives sur les milieux A et B.

Numéros des laits.	Nombre de germes au centimètre cube. Milieu A.	Milieu B.	Numéros des laits.	Nombre de germes au centimètre cube. Milieu A.	Milieu B.
	Laits crus.			Laits pasteurisés.	
1.....	51×10^6	60×10^6	9.....	100×10^2	90×10^2
2.....	113×10^6	122×10^6	10.....	110×10^2	130×10^2
3.....	52×10^6	40×10^6	11.....	114×10^2	102×10^2
4.....	106×10^6	113×10^6	12.....	410×10^2	500×10^2
5.....	123×10^6	127×10^6	13.....	62×10^2	$68 \times 10_8$
6.....	32×10^6	32×10^6	14.....	65×10^2	50×10^2
7.....	40×10^6	46×10^6	15.....	660×10^2	560×10^2
8.....	53×10^6	59×10^9	16.....	630×10^2	400×10^2
			17.....	$1{,}1 \times 10^2$	2×10^2
			18.....	$1{,}6 \times 10^2$	$0{,}8 \times 10^2$
			19.....	$0{,}9 \times 10^2$	1×10^2
Moyennes.....	$71{,}3, 10^6$	$74{,}9, 10^1$	Moyennes.....	$196, 10^2$	$174, 10^2$

Ces chiffres montrent que les trois milieux donnent des résultats à peu près semblables. La différence qui les sépare semble bien à première vue moins grande que celle provenant des erreurs de mesure (fioles de dilution et pipettes) ou de l'inégalité des agrégats microbiens.

B. Deuxième série d'essais.

Un seul échantillon de lait cru a été utilisé et 9 plaques gélosées ont été coulées avec chaque dilution.

Dans ces conditions la qualité de l'essai est appréciée en calculant:

1° L'erreur moyenne de la moyenne e
donnée par la formule simplifiée de Rœmer

$$e = \frac{\varepsilon\, d}{(n-1)\sqrt{n}}$$

dans laquelle :

ε = Somme arithmétique des différences avec la moyenne,

n = Nombre des plaques gélosées.

2° L'erreur pour 100 de la moyenne

$$E = \frac{e}{M} \times 100$$

M étant la moyenne arithmétique des numérations.

TABLEAU II. — NUMÉRATIONS COMPARATIVES SUR LES MILIEUX A ET C.

NUMÉROS des LAITS.	NOMBRE DE GERMES AU CENTIMÈTRE CUBE. Milieu A.	Milieu C.	NUMÉROS des LAITS.	NOMBRE DE GERMES AU CENTIMÈTRE CUBE. Milieu A.	Milieu C.
	Laits crus.			Laits pasteurisés.	
1	68×10^6	67×10^6	27	$2{,}7 \times 10^3$	$2{,}9 \times 10^3$
2	12×10^6	13×10^6	28	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}6 \times 10^3$
3	82×10^6	92×10^6	29	$2{,}3 \times 10^3$	$2{,}9 \times 10^3$
4	86×10^6	78×10^6	30	$0{,}2 \times 10^3$	$0{,}2 \times 10^3$
5	75×10^6	83×10^6	31	$0{,}25 \times 10^3$	$0{,}26 \times 10^3$
6	64×10^6	69×10^6	32	$17{,}9 \times 10^3$	$16{,}5 \times 10^3$
7	56×10^6	53×10^6	33	$9{,}3 \times 10^3$	$9{,}8 \times 10^3$
8	22×10^6	18×10^6	34	$5{,}9 \times 10^3$	$6{,}5 \times 10^3$
9	56×10^6	50×10^6	35	26×10^3	33×10^3
10	68×10^6	67×10^3	36	$0{,}48 \times 10^3$	$0{,}42 \times 10^3$
11	13×10^6	22×10^6	37	$10{,}8 \times 10^3$	$16{,}4 \times 10^3$
12	86×10^6	97×10^6	38	$5{,}8 \times 10^3$	$5{,}3 \times 10^3$
13	72×10^6	97×10^6	39	$11{,}3 \times 10^3$	9×10^3
14	33×10^6	41×10^6	40	$0{,}34 \times 10^3$	$0{,}35 \times 10^3$
15	62×10^6	63×10^6	41	$7{,}8 \times 10^3$	6×10^3
16	48×10^6	54×10^6	42	$9{,}4 \times 10^3$	$9{,}8 \times 10^3$
17	31×10^6	31×10^6			
18	42×10^6	39×10^6			
19	48×10^6	46×10^6			
20	40×10^6	37×10^6			
21	85×10^6	89×10^6			
22	97×10^6	97×10^6			
23	100×10^6	105×10^6			
24	69×10^6	66×10^6			
25	58×10^6	58×10^6			
26	58×10^6	52×10^6			
Moyennes	$59{,}6.\ 10^6$	$60{,}9.\ 10^6$	Moyennes	$7{,}02.\ 10^3$	$7{,}55.\ 10^3$

L'essai est bon si $E < 3$.

Les résultats de ce calcul montrent qu'en aucun cas la différence observée n'est significative (tableaux III, IV et V).

TABLEAU III. — ERREUR DE L'ESSAI SUR LE MILIEU A.

Lait cru. — Dilution 1/10.

NUMÉROS DES PLAQUES GÉLOSÉES.	NOMBRE DE COLONIES.	DIFFÉRENCES AVEC LA MOYENNE.
1	116	5
2	117	4
3	139	18
4	125	4
5	128	7
6	113	8
7	127	6
8	115	6
9	109	12
$n = 9$	$M = 121$	$\varepsilon d = 70$

$e = 2{,}91$
$E = 2{,}40$
Qualité de l'essai : *Bon.*

TABLEAU IV. — ERREUR DE L'ESSAI SUR LE MILIEU B.

Lait cru. — Dilution 1/10⁶.

NUMÉROS DES PLAQUES GÉLOSÉES.	NOMBRE DE COLONIES.	DIFFÉRENCES AVEC LA MOYENNE.
1.	116	6,4
2.	125	6,6
3.	145	26,6
4.	113	5,4
5.	119	0,6
6.	115	3,4
7.	108	10,4
8.	111	7,4
9.	118	0,4
n =	M = 118,4	ε d = 67,2

$e = 2{,}8$
$E = 2{,}40$
Qualité de l'essai : *Bon.*

TABLEAU V. — ERREUR DE L'ESSAI SUR LE MILIEU C.

Lait cru. — Dilution 1/10⁶.

NUMÉROS DES PLAQUES GÉLOSÉES.	NOMBRE DE COLONIES.	DIFFÉRENCES AVEC LA MOYENNE.
1.	137	16,6
2.	114	6,4
3.	122	1,6
4.	130	9,6
5.	100	20,4
6.	116	4,4
7.	119	1,4
8.	105	15,4
9.	141	20,6
n = 9.	M = 120,4	ε d = 86,4

$e = 3{,}6$
$E = 2{,}99$
Qualité de l'essai : *Bon.*

C. Comparaison des milieux entre eux.

La comparaison des milieux les uns aux autres s'effectue en calculant :

a. La différence en pour cent entre les moyennes

$$d = \frac{\text{moyenne de (A)} - \text{moyenne de (B)}}{\text{moyenne de (B)}} \times 100$$

b. L'erreur de la différence

$$e^d = \frac{\text{E du milieu (A)} + \text{E du milieu (B)}}{2}$$

La différence est significative si $3 \times e^d < d$

1° *Comparaison du milieu A au milieu B*

$$d = 2{,}2$$

$$e^d = \frac{2{,}40 + 2{,}36}{2} = 2{,}38$$

$$\text{et } 3\,e^d = 3 \times 2{,}38 \quad 3\,e^d > d$$

La différence n'est pas significative.

2° *Comparaison du milieu A au milieu C*

$$d = 0{,}5$$

$$e^d = \frac{2{,}40 + 2{,}99}{2} = 2{,}70$$

$$3\,e^d = 3 \times 2{,}7 \quad 3\,e^d > d$$

La différence n'est pas significative.

3° *Comparaison du milieu B au milieu C*

$$d = 1{,}6$$

$$e^d = \frac{2{,}36 + 2{,}99}{2} = 2{,}68$$

$$3\,e^d = 3 \times 2{,}68 \quad 3\,e^d > d$$

La différence n'est pas significative.

Conclusion.

Dans les conditions de nos essais, le lait écrémé digéré par la trypsine, utilisé pour la numération des germes du lait cru et du lait pasteurisé, a donné des résultats équivalents à ceux qu'ont fournis les milieux peptonés sucrés proposés par les auteurs américains et allemands.

Cette concordance peut s'expliquer par le fait que les trois milieux étudiés sont d'excellente qualité alimentaire et conviennent à un grand nombre d'espèces microbiennes saprophytes, très actives à la température d'incubation adoptée dans nos essais (30°).

Elle suffit à légitimer dans une large mesure les comparaisons qu'on pourrait tenter d'établir entre les résultats de nos études et ceux qu'ont obtenus d'autres chercheurs ayant utilisé les milieux Bowers et Hucker ou Demeter.

Mais elle ne diminue en rien la portée des considérations de principe que nous avons exposées au début de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1935. Bowers (C. S.) et Hucker (G. J.). — The composition of media for the bacteriological analysis of milk. (*N. Y., Geneva, Stat. Tech.*, bull. n° 228.)

2. 1937. Frayer (J. M.). — A statistical comparison of two methods for the bacteriological analysis of milk. (*Comptes rendus Congrès de Berlin*, t. II, p. 485.)

3. 1934. Demeter (K. J.). — Bakteriologische untersuchungsmethoden von milk, milcherzeugnissen, moljereihilfsstoffen und versandmaterial, Berlin.

4. 1930. Guittonneau (G.), Sajous (P.) et de Peet (R.). (*Le Lait*, p. 614-750.)

DEUXIÈME MÉMOIRE.

SUR LA COLIMÉTRIE APPLIQUÉE AUX CONTRÔLES

DE LA

PASTEURISATION DES LAITS ET DES LAITS PASTEURISÉS

PAR

G. Guittonneau,
Professeur à l'Institut agronomique,
Directeur

G. Mocquot,
Chef
de travaux

A. Eyrard,
Chef
de travaux

du Laboratoire national des Industries laitières.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction 17

PREMIÈRE PARTIE.

II. Les bactéries coliformes du lait et la question de leur dénombrement 17

A. Les bactéries coliformes du lait :

a. Délimitation du groupe et synonymie 18

b. Les différents types de bactéries coliformes du lait 18

c. Relations générales du groupe avec les laits de consommation 18

B. Choix d'une méthode colimétrique de référence :

a. Discussion de principe sur le choix d'une méthode 20

b. Rappel de la méthode américaine sous sa double modalité 21

c. La colimétrie en milieu D. S. concentré est infidèle et à rejeter 22

d. La colimétrie en milieu D. S. simple est d'une fidélité satisfaisante et peut être retenue comme méthode de référence 23

e. Colimétrie en milieu D. S. et colimétrie en bouillon phéniqué 23

DEUXIÈME PARTIE.

III. Nos essais colimétriques dans l'étude des problèmes que soulève le contrôle des pasteurisations industrielles..... 25

A. La colimétrie dans l'étude des contaminations du lait avant la pasteurisation.... 26

B. Sur le principe du contrôle des pasteurisations hautes par la voie colimétrique. Essai d'épreuve..... 26

C. La colimétrie dans le redressement du travail industriel des chantiers de pasteurisation..... 29

Exemple de redressement du travail par contrôle direct d'un chantier de pasteurisation..... 29

D. La colimétrie dans le contrôle à l'arrivée des laits pasteurisés expédiés à Paris en bidons ou en citernes..... 30

E. La colimétrie dans le contrôle des laits vendus aux consommateurs en bouteilles cachetées..... 32

Études sur la préparation et le contrôle des laits pasteurisés du type «certifiés» au chantier F1..... 33

IV. Conclusion..... 35

V. Bibliographie..... 35

Introduction.

Sous certaines réserves et dans des conditions d'exécution que nous avons antérieurement précisées, les dénombrements de germes banaux sur plaques gélosées permettent de fixer numériquement à un moment donné, l'état de la microflore envahissante globale des laits de consommation. Ces dénombrements fournissent ainsi aux contrôles hygiéniques une donnée de base sur l'importance de laquelle nous avons insisté dans d'autres publications et notamment dans une récente communication à l'Académie de Médecine (15).

Or, parmi les représentants de la microflore envahissante ainsi dénombrés par la méthode des plaques gélosées, un ensemble microbien se distingue, tant en raison des facilités qu'offre sa caractérisation par voie physiologique que par la signification hygiénique qui s'attache à sa présence dans les laits de consommation : c'est le groupe des *bactéries coliformes* dont l'étude particulière servira de base à ce deuxième mémoire.

L'exposé en sera divisé en deux parties :

La *première* est réservée à des mises au point d'ordre général sur les *bactéries coliformes* et leur dénombrement dans le lait (colimétrie).

Dans la *seconde* nous rapporterons les résultats de nos recherches propres sur l'application de la colimétrie à la surveillance des pasteurisations industrielles et au contrôle des laits pasteurisés.

1re PARTIE.

Les bactéries coliformes du lait et la question de leur dénombrement.[1]

Les bactéries coliformes du lait.

Délimitation du groupe et synonymie.

Suivant un usage déjà admis par plusieurs bactériologistes, notamment par Chalmers (1928) [5] par Wilson (1935) [48] et qui se recommande par sa commodité, nous réserverons le nom de *bactéries coliformes* aux microorganismes que la classification des bactériologistes américains (3) fait aujourd'hui entrer dans les deux genres *Escherichia* et *Aerobacter* (famille des Bactériacées, tribu des Bactéries).

Les mêmes types microbiens ont fréquemment été réunis sous d'autres dénominations telle que «groupe du *B. coli*» (40), «groupe du *Coli-aerogenes*» (41) ou encore «groupe des Bactéries du Colon» (39).

Si on s'en tient à ses caractéristiques microbiologiques essentielles, le groupe considéré se définit bien par l'ensemble de propriétés suivantes communes à tous ses représentants : ceux-ci sont Gram-négatifs, non sporogènes et non chromogènes. Ils font fermenter le lactose avec production d'acides et dégagement gazeux. Facultativement aérobies ils donnent sur milieux solides, des colonies en surface.

Les différents types de bactéries coliformes du lait.

De nombreux travaux ont démontré que les bactéries coliformes trouvées dans les laits crus ou pasteurisés appartiennent à des types assez divers qui se rattachent plus ou moins nettement aux deux genres *Escherichia* et *Aerobacter*. Rappelons parmi ces travaux ceux de : Orr (1908) [34], Rogers, Clark et Davis (1914) [37], Levine (1921) [26], Kline (1930) [23], Malcolm (1933) [32], Yale (1933) [49], P. M. Kon (1933) [24], Zavagli (1933) [50], Aichelburg (1934) [1], Wilson (1935) [45].

Sans aller jusqu'à nous astreindre à reproduire des essais aussi complets que ceux réalisés par certains des auteurs précités, nous avons tenu à nous documenter directement sur les types de bactéries coliformes présentes dans les laits couramment soumis à nos examens.

A cet effet, 56 souches de bactéries ont été isolées au cours de différents essais. Elles ont été caractérisées, par des méthodes classiques bien connues, comme appartenant au type coliforme antérieurement défini. Les 56 souches ont ensuite été réparties en groupes suivant leur comportement vis-à-vis des quatre épreuves de différenciation ci-après indiquées qui sont aujourd'hui couramment usitées dans les laboratoires de bactériologie.

En milieu peptoné glucosé de Clark et Lubs (7) acidification, suffisante ou non, pour faire virer au rouge le rouge de méthyle (Épreuve R. M.).

Dans le même milieu, aptitude ou inaptitude à la formation d'acétylméthylcarbinol révélée par la réaction de Voges-Proskauer (épreuve V. P.).

Aptitude ou inaptitude à utiliser l'acide citrique comme source exclusive d'aliment carboné en milieu synthétique de Koser (25) [Épreuve K.].

Aptitude ou inaptitude à la production d'indol en eau peptonée (Épreuve I.).

Le tableau I où sont rassemblés les résultats de ces épreuves montre que dans les laits que nous avons étudiés, la diversité des types de bactéries coliformes était comparable à celle qu'avaient déjà notée plusieurs des chercheurs antérieurement cités, et notamment Wilson.

Tableau I. — Différents types de bactéries coliformes rencontrés dans nos études.

Nombre de souches à caractéristiques identiques.	Réaction d'identification. R. M.	I.	V. P.	K.	Conclusions. Nature des groupes de souches.
32 souches.....	+	+	—	—	*Escherichia Coli* type.
8 —	+	—	—	—	*Idem*, formes non indologènes.
14 —	—	—	+	+	*Aerobacter Aerogenes.*
2 —	—	+	+	+	*Idem*, formes indologènes.

Relations générales du groupe avec les laits de consommation.

Nous avons antérieurement défini (15) une contamination initiale pratiquement inévitable des laits crus, et une microflore thermorésistante des laits pasteurisés qui, dans des conditions données d'approvisionnement et de travail d'une usine est, elle aussi, pratiquement inévitable. De cette contamination initiale et de cette microflore thermorésistante, nous avons soigneusement distingué les contaminations secondaires qui sont, elles, facilement réductibles et desquelles dérive toujours, dans la pratique, la microflore envahissante des laits crus aussi bien que des laits pasteurisés.

Précisons maintenant que les bactéries coliformes ne font normalement partie ni de la contamination initiale des laits crus, ni de la microflore thermorésistante des laits pasteurisés. Les cas pathologiques où elles figurent dans la flore mammaire sont, en effet, fort rares et le fait qu'elles sont asporogènes les laisse dans l'impossibilité de résister aux pasteurisations hautes, telles que nous les préconisons.

Apportées dans les laits par des contaminations secondaires soit avant, soit après la pasteurisation, capables par ailleurs de proliférer dans le lait entier aussi bien que dans le lait dilué des rinçures de la vaisselle laitière, ces bactéries coliformes peuvent donc, en principe, être considérées comme d'excellents prototypes parmi tous les germes banaux qui entrent dans la constitution de la microflore envahissante des laits de consommation. Ce point de vue étant adopté, la suite de ce mémoire précisera l'intérêt, qui, de ce fait, s'attache au dénombrement des bactéries coliformes dans les contrôles hygiéniques des laits.

En dehors de ces considérations, on a quelquefois pensé qu'à l'instar de ce qui a été fait avec tant de succès pour le contrôle hygiénique des eaux potables, on pourrait peut-être tenter de déceler dans le lait des contaminations d'origine fécale par la recherche de certaines souches de bactéries coliformes et notamment de celles qui appartiennent à l'espèce *Escherichia Coli*. Mais il faut reconnaître que les études entreprises sous cette incidence n'ont abouti qu'à des résultats décevants. Il ne pouvait d'ailleurs en être autrement car :

a. On a démontré que si les souches de bactéries coliformes appartenant au genre *Escherichia* sont de beaucoup les plus fréquentes dans les excréments des vaches lai-

tières, ces excréments peuvent aussi renfermer des bactéries du genre *Aerobacter*, Rogers, Clark et Evans (1914) [35], Kon (1933) [24], Wilson (1935) [46], Cruickschank et Cruiccschank (1931) [8], Pawan (1931) [36], Gray (1932) [12], Burke Gaffney (1933) [4], Bardsley (1934) [2].

b. Les bactéries coliformes des différents types peuvent se multiplier dans les rinçures des ustensiles laitiers mal nettoyés et ces ustensiles représentent, ainsi que nous l'avons démontré ailleurs (14), une source de contamination des laits de consommation extrêmement importante. On n'a dès lors jamais la certitude que la présence dans le lait d'une souche de bactérie coliforme, quelle qu'elle soit, provient directement d'une contamination d'origine fécale immédiate.

c. Remarquons enfin que même dans le cas où l'origine fécale des bactéries coliformes serait mise hors de doute, la présence de ces bactéries dans le lait ne saurait entraîner la même interprétation que lorsqu'il s'agit des eaux. Dans le deuxième cas, l'origine humaine, c'est-à-dire franchement suspecte, est le plus souvent vraisemblable et admissible tandis qu'elle reste problématique et improbable dans le premier cas en raison même de la fréquence des souillures du lait par les excréments des animaux.

Il nous a donc semblé inutile de revenir dans nos études sur cette question que nous considérons comme résolue.

Choix d'une méthode colimétrique de référence.

Mentionnons tout d'abord que c'est uniquement pour la simplification de l'exposé que nous désignons par le terme «colimétrie», le dénombrement des bactéries coliformes telles que nous les avons définies plus haut.

Discussion de principe sur le choix d'une méthode.

Parmi les méthodes auxquelles on peut penser pour effectuer le dénombrement des bactéries coliformes du lait, nous n'avons retenu que celles qui prennent directement appui sur la caractéristique physiologique la plus marquante des représentants du groupe, soit leur aptitude à faire fermenter le lactose avec dégagement gazeux.

L'adoption de ce point de vue nous a conduits, à donner la préférence au dénombrement par la méthode des dilutions, en bouillon lactosé, dans des conditions de cultures telles que les dégagements gazeux s'imposent à l'attention (tubes à fermentation d'Einhorn ou cloches de Durham).

Ce principe posé, il est par ailleurs évident que les indications qu'on recueille dans les contrôles sont d'autant plus sûres et plus claires que le milieu de culture utilisé se montre plus électif pour les bactéries coliformes.

La question des bouillons lactosés électifs utilisés antérieurement à nos travaux pour la recherche du *B. Coli* dans les eaux et dans le lait méritait donc de notre part un examen attentif. Cet examen fut d'abord purement bibliographique, les contrôles expérimentaux restant réservés pour plus tard. Il nous a vite laissé l'impression que les formules de tous les milieux qui ont été proposés peuvent, en fin de compte, se ramener à deux types :

1° Celles dans lesquelles, à la lumière des recherches déjà anciennes de Jackson (1906-1907) [19 et 20], on a fait appel comme agents de sélectivité exclusifs soit à la bile de bœuf, soit aux sels biliaires. Tel est le cas du milieu de Mac Conkey (27, 28, 29, 30) au taurocholate de sodium qui est depuis longtemps en honneur dans les laboratoires anglais (47);

2° Celles dans lesquelles une meilleure sélectivité a été recherchée par addition simultanée au bouillon lactosé de bile de bœuf d'une part et, d'autre part, d'une faible dose d'un colorant dérivé de l'aniline agissant comme antiseptique léger.

Parmi les colorants proposés, deux surtout se sont imposés à l'attention :

a. Le violet de gentiane suivant les premières suggestions de Churchman (1912) [6] reprises par Hall et Ellefson (1918) [17 et 18] et retenues par Kessler et Swenarton (1927) [22] dans leur milieu aujourd'hui adopté par plusieurs bactériologistes, notamment par Demeter (1934) [9].

b. *Le vert brillant* qui figurait déjà dans la formule Muer et Harris (1920) [33] et qui a été maintenu en proportion plus réduite dans celle de Dunham et Schoenlein (1926) [10] aujourd'hui adoptée par l'école américaine.

Les bouillons lactosés biliés au violet de gentiane et au vert brillant, nous ont semblé les mieux adaptés au but poursuivi dans nos études. Nous pensons qu'ils sont, sans doute, de qualité équivalente. Pour une première étape de nos recherches, nous avons cependant donné la préférence au milieu de Dunham et Schoenlein et cela pour deux raisons :

1° Les qualités de ce milieu ont été confirmées par de sérieux contrôles au cours des dernières années. Citons notamment ceux de Jordan (1927) [21], de Mac-Crady et Langevin (1936) [31] et ceux de Stark et Curtis (1936) [43].

Peut-être aurions-nous dû suivre une récente suggestion de Stark et England (1935) [42] confirmée par Stark et Curtis (1936) [43] et suivant laquelle il est indiqué de faciliter les dégagements gazeux par addition de 0,5 p. 100 de formiate de sodium au milieu de Dunham et Schoenlein. Nous ne l'avons pas fait pour faciliter les comparaisons des résultats que nous obtenions avec d'autres, antérieurement acquis.

2° Le milieu de Dunham et Schoenlein est à la base de la technique de dénombrement préconisée dans les « Standard methods of milk analysis » [39], technique que dans son ensemble nous avons finalement résolu de retenir.

Pour simplifier l'exposé nous désignerons cette technique sous le nom de « technique américaine » bien qu'elle n'ait pas encore, à notre connaissance, reçu l'approbation officielle de l'Association américaine de la Santé publique.

Rappel de la méthode américaine sous sa double modalité.

Rappelons tout d'abord que, suivant une règle dont l'intérêt pratique apparaît de lui-même, la recherche des bactéries coliformes porte toujours, dans cette méthode, sur des volumes de lait progressant ou décroissant dans l'ordre décimal. Mais une distinction est établie dans la constitution du milieu suivant qu'on opère sur des volumes inférieurs ou égaux à 1 centimètre cube ou sur un volume de 10 centimètres cubes. Dans le premier cas, on fait appel au milieu Dunham Schoenlein (en abrégé D. S.) simple, dans le second on a recours au milieu D. S. concentré. Cette distinction entraîne deux modalités d'application de la méthode colimétrique :

a. *Colimétrie en milieu D. S. simple.* — Rappelons que le milieu D. S. a la constitution suivante :

Bile de bœuf	2,0	‰
Peptone	1,0	—
Lactose	1,0	—
Vert brillant	0,00133	—

Il est distribué par portion de 10 centimètres cubes dans des tubes munis d'une petite cloche renversée (tube de Durham) qu'on stérilise à l'autoclave à 120° pendant quinze minutes. Le pH du liquide après stérilisation doit être de 7,1 à 7,4.

Des séries de tubes sont inoculées avec des quantités de lait de 1 centimètre cube, 0 cm³ 1, 0 cm³ 01, etc. On prépare au minimum deux séries parallèles et de préférence cinq. L'incubation dure 48 heures à 37°.

A l'examen des tubes, trois cas peuvent se présenter :

1° Absence de dégagement gazeux; absence de bactéries coliformes;

2° Dégagement gazeux correspondant à moins de 10 p. 100 du volume de la cloche; cas douteux;

3° Dégagement gazeux représentant au moins 10 p. 100 du volume de la cloche; présence de bactéries coliformes.

Dans les cas douteux on complète l'épreuve par ensemencement sur milieu gélosé d'Endo (11) [à la fuchsine décolorée par le bisulfite de soude] ou plus commodément sur milieu de Lévine (26) [éosine, bleu de méthylène]. Sur le milieu de Lévine les bactéries des genres *Escherichia* et *Aerobacter* donnent, comme on le sait, des colonies d'aspect assez caractéristique.

b. *Colimétrie en milieu D. S. concentré.* — Les différents constituants sont employés en proportion 1,5 fois plus grande que dans le milieu D. S. simple et le milieu est réparti par portions de 20 centimètres cubes dans les tubes de fermentation. Les 10 centimètres cubes de lait ajoutés aux 20 centimètres cubes de bouillon ramènent les 30 centimètres cubes de mélange à la concentration du milieu simple.

Il est nécessaire dans ce cas d'assurer un mélange complet du lait et du milieu et l'expérience nous a montré que cette opération ne peut être réalisée aseptiquement dans les tubes de Durham. Le liquide contenu dans le petit tube retourné est alors trop concentré et inhibe les bactéries coliformes, tandis que le reste du liquide est insuffisamment concentré et perd de ce fait une partie de son pouvoir sélectif. Il est dès lors indiqué de remplacer les tubes de Durham par les tubes d'Einhorn qui ne présentent pas le même inconvénient.

Ces particularités mises à part, les essais colimétriques en milieu D. S. doivent être conduits suivant les auteurs américains comme ils le sont en milieu D. S. simple.

La colimétrie en milieu D. S. concentré est infidèle et à rejeter.

En contrôlant des pasteurisations hautes, nous avons rapidement été amenés à des constatations imprévues.

L'inoculation de laits pasteurisés à 80, 90 et même 95° dans le milieu D S. concentré était très souvent suivie d'un dégagement gazeux qui débutait en général après 24 heures et s'accompagnait d'une réduction du colorant. Du lait bouilli soumis à la même épreuve conduisait aux mêmes résultats.

Comme on pouvait s'y attendre, les tentatives d'isolement des bactéries coliformes en partant de ces milieux en fermentation échouaient régulièrement.

L'inoculation d'un peu du contenu des tubes positifs en bouillon lactosé ou en bouillon lactosé bilié simple n'y déterminait pas de dégagement gazeux.

Aucune colonie caractéristique du groupe des bactéries coliformes n'apparaissait sur milieu de Lévine.

Les isolements sur gélose nutritive inclinée conduisaient à des formes microbiennes incapables de faire fermenter le lactose avec dégagement gazeux.

Il fallait dès lors songer à l'action des anaérobies qu'on isola facilement en gélose profonde et qui purent être rangés dans le groupe des ferments butyriques.

On a, d'autre part, réussi à déclancher des fermentations gazeuses semblables à celles qui avaient été observées au départ en inoculant les microbes anaérobies que nous avions isolés dans les tubes d'Einhorn renfermant 20 centimètres cubes de milieu D. S. concentré additionnés de 10 centimètres cubes de lait stérilisé, après avoir pris la précaution de priver le liquide d'air par ébullution.

Il est vraisemblable que les conditions d'anaérobiose obtenues artificiellement en milieu stérile par ébullition, étaient assurées dans les tubes d'épreuve colimétrique par le développement d'espèces aérobies thermorésistantes.

De nos propres essais sur lesquels nous aurons à revenir ultérieurement il résultait en tout cas que la colimétrie appliquée à 10 centimètres cubes de lait suivant la deuxième modalité de la technique américaine *constitue une méthode infidèle qui est à rejeter.*

Pour expliquer ces résultats, on peut remarquer que la concentration du milieu en bile et en vert brillant est ramenée aux chiffres de Dunham et Schoenlein, non pas par une addition d'eau mais par un enrichissement en lait. La constitution du milieu est ainsi profondément modifiée. Son pouvoir sélectif peut, de ce fait, se trouver réduit et c'est bien là la conclusion à laquelle aboutissent les récentes recherches de Stark et Curtis (43).

La colimétrie en milieu D. S. simple est d'une fidélité satisfaisante et peut être retenue comme méthode de référence.

Pour contrôler la valeur des indications colimétriques fournies par cette méthode, on a tout naturellement pensé à la soumettre à des épreuves d'inspiration synthétique. Ces épreuves consistaient à mettre successivement en culture pure dans du lait stérilisé, différents types microbiens connus et à vérifier les réactions qu'ils donnent à l'essai colimétrique. Or, avant nos propres recherches, de telles épreuves avaient déjà été réalisées méthodiquement et d'une manière assez complète, ainsi qu'en témoigne notamment un récent mémoire de Stark et Curtis (1936) [43] déjà cité. Il nous a donc semblé inutile de revenir sur la question.

Par contre, nous avons tenu à vérifier la fidélité de la méthode dans les conditions de nos essais en procédant par la voie analytique.

A cet effet, dans un très grand nombre de cas souvent très différents les uns des autres, nous avons vérifié que les indications de la méthode étaient conformes à la réalité bactériologique. Nous entendons dire par là, qu'en isolant suivant les méthodes classiques les bactéries présentes dans les tubes comptés comme positifs, on obtenait avec une régularité très satisfaisante, des souches microbiennes qui, par l'ensemble de leurs caractères, se classaient fort nettement dans les genres *Escherichia* ou *Aerobacter*.

Colimétrie en milieu D. S. et colimétrie en bouillon phéniqué.

Dans un certain nombre de laboratoires, en France notamment, on a encore recours pour la « détection du Coli » dans le lait à la méthode classique des cultures en bouillon peptoné phéniqué et à la recherche de l'indol dans ces cultures. Ce mode opératoire est évidemment illogique puisqu'il existe des espèces indologènes et des espèces non

indologènes aussi bien dans le genre *Escherichia* que dans le genre *Aerobacter*. Dès le début de nos recherches, nous avions cependant tenu à mettre en parallèle les indications qu'il fournit avec ceux que donne la colimétrie en milieu D. S. simple. Nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt de rappeler ici les résultats de ces études.

Le bouillon phéniqué dont nous faisions usage avait la formule classique suivante :

Peptone	15 gr.
Nacl	5 —
Phénol	1 —
Eau distillée	9,5 p. 1.000 cc.

Le bouillon étant réparti en tubes par fraction de 10 centimètres cubes on inoculait une double série de ces tubes avec 1 centimètre cube de lait et des fractions décimales de 1 à : 0 cm³ 1, 0 cm³ 01.

Après 48 heures d'incubation à 41°5, la recherche de l'indol était effectuée soit par la méthode de Salkowski (nitrite de soude en milieu sulfurique), soit par la réaction d'Ehrlich (paradiméthylaminobenzaldéhyde en milieu chlorhydrique).

Les épreuves colimétriques sur milieu D. S. étaient également conduites sur double série de tubes.

Dans le tableau II qui se rapporte à une étude effectuée sur des laits de provenances diverses, on a inscrit en regard les chiffres qui, pour chacune des deux méthodes mises en comparaison, ont établi la limite des réactions positives soit : *a*. le volume minimum de lait ensemencé dans les tubes donnant une réaction positive; *b*. le nombre de tubes positifs pour l'ensemencement minimum.

Tableau II. — Colimétrie en milieu D. S. et en eau peptonée phéniquée. — Limite des réactions positives.

Désignation des échantillons de lait.	Méthode de référence en milieu D. S.		Production d'indol en bouillon peptoné phéniqué.	
	Volumes de lait ensemencés (en centimètres cubes).	Tubes positifs pour 2 tubes ensemencés.	Volumes de lait ensemencés (en centimètres cubes).	Tubes positifs pour 2 tubes ensemencés.
1	1/1.000e	1	1/10e	1
2	1/1.000e	1	//	//
3	1/10e	1	1	1
//	1/100e	1	//	//
4	1/1.000e	2	1/10e	2
5	1/10.000e	1	1/1.000e	1
6	//	//	1/1.000e	1
//	1/10.000e	1	1/10.000e	1
7	1/100.000e	1	1/10.000e	2
8	1/1.000.000e	1	1/1.000e	2
9	1/100.000e	1	1/1.000e	2
10	1/100.000e	2	1/100.000e	1
11	1/1.000.000e	1	1/10.000e	2

Un simple examen du tableau II suffit à confirmer l'insuffisance des résultats globaux fournis par la deuxième méthode par comparaison avec ceux que donne la première.

Mais il y a plus. Dans un certain nombre d'essais du groupe précédent, on a isolé

les souches de bactéries coliformes présentes dans les derniers tubes positifs du milieu D. S. et du bouillon phéniqué. Or, il nous est arrivé de trouver des bactéries indologènes en milieu D. S. dans des volumes de lait bien inférieurs à ceux qui marquaient la limite des réactions positives en bouillon phéniqué. La colimétrie en milieu D. S. est donc nettement plus sensible que la colimétrie en bouillon phéniqué, même pour le dénombrement des souches indologènes. Le tableau III précise cette notion par quelques chiffres.

Tableau III. — Colimétrie en milieu D. S. et colimétrie en bouillon phéniqué. — Sensibilité comparée des deux méthodes vis-à-vis de souches indologènes.

DATES.	ORIGINE DES LAITS ÉTUDIÉS.	LIMITE DES RÉACTIONS POSITIVES DUES À DES GERMES INDOLOGÈNES.	
		Milieu D. S.	Milieu phéniqué.
19 novembre 1935.	Vacherie (région parisienne).	1/1000e cc.	1/100e cc.
28 mars 1936.....	*Idem.*	1/1000e cc.	1 cc.
3 avril 1936.....	*Idem.*	1/1000e cc.	1/10e cc.

De cette étude, nous n'avions pas manqué de conclure que la colimétrie en bouillon phéniqué n'est pas à retenir comme méthode de contrôle bactériologique des laits de consommation.

2e PARTIE.

Nos essais colimétriques dans l'étude des problèmes que soulève le contrôle des pasteurisations industrielles.

Rappelons tout d'abord que le principe de ces essais consistait à déterminer dans quelles mesures on peut trouver un avantage à substituer la colimétrie (méthode de référence) au dénombrement global des germes banaux qui constituent la microflore envahissante des laits de consommation.

L'ensemble des recherches qu'a comporté l'étude du programme ainsi défini sera rapporté dans le cadre du plan ci-après :

A. La colimétrie dans l'étude des contaminations du lait avant la pasteurisation;

B. Sur le principe du contrôle des pasteurisations hautes par la voie colimétrique;

C. La colimétrie dans le redressement du travail des chantiers de pasteurisation;

D. La colimétrie dans le contrôle à l'arrivée des laits pasteurisés expédiés à Paris en bidons ou en citernes;

E. La colimétrie dans le contrôle des laits pasteurisés livrés en bouteilles aux consommateurs.

La colimétrie dans l'étude des contaminations du lait avant la pasteurisation.

Le thème expérimental des études de cette série s'imposait de lui-même.

On prélevait en flacons stériles des échantillons de lait tel qu'il s'écoule des trayons au cours d'une traite proprement effectuée, dans les conditions de la pratique.

Ces échantillons permettaient d'étudier la contamination initiale, pratiquement inévitable des laits crus, telle que nous l'avons antérieurement définie (14) et qu'on peut aussi plus simplement appeler « contamination au pis ». Une série d'autres échantillons prélevés eux aussi en flacons stériles à des stades convenablement choisis de la vie du lait cru permettaient de suivre la progression de ses contaminations secondaires.

Sur ces divers échantillons on procédait :

a. A un dénombrement global des germes banaux de la microflore envahissante. Ces dénombrements étaient effectués sur notre milieu gélosé à base de lait écrémé digéré par la trypsine (16).

b. A une détermination colimétrique par la méthode de référence (D. S.).

Le tableau IV précise par quelques exemples le sens général des résultats que nous avons ainsi obtenus. Il fait, en outre, apparaître l'importance des contaminations qu'apportent dans le lait les ustensiles insuffisamment désinfectés.

TABLEAU IV. — CONTAMINATIONS DU LAIT À LA FERME.

(Le nombre des germes est rapporté à 1 cc., celui des bactéries coliformes à 10 cc. de lait.)

DATES. 1937.	TRAITEMENT DES USTENSILES laitiers.	PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS							
		AU PIS.		AU SEAU À TRAIRE.		APRÈS LE COULOIR.		AU BIDON.	
		Germes banaux.	Bactéries coli-formes.	Germes banaux.	Bactéries coli-formes.	Germes banaux.	Bactéries coli-formes.	Germes banaux.	Bactéries coli-formes.
3 février..	Courant.	690	0	30.000	900	//	//	//	//
20 février.	*Idem.*	960	0	63.000	14	250.000	25	310.000	20
4 mai....	*Idem.*	800	0	197.000	250	//	//	460.000	700
3 février..	Stérilisation.	1.800	0	12.000	2	//	//	//	//
11 mai...	*Idem.*	770	0	3.900	2	6.300	4	5.200	7
18 février.	Javellisation.	550	0	11.800	2	11.000	2	12.500	5
25 mai...	*Idem.*	9.500	2	6.000	0	15.500	13	9.500	8

En se reportant aux chiffres du tableau IV, on notera que la colimétrie donne au sujet des contaminations du lait cru, à la ferme, des indications qui concordent bien avec celles que fournissent les dénombrements des germes banaux sur nos plaques gélosées.

Mais on notera aussi que la colimétrie ne donne qu'une idée bien imparfaite des charges microbiennes apportées dans le lait au cours des diverses manipulations qu'il subit avant son départ pour l'usine. Les renseignements qu'apportent à cet égard les numérations de germes sur plaques gélosées sont de beaucoup plus instructives et cette considération, jointe à beaucoup d'autres sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, a finalement fortifié l'idée, déjà exprimée dans notre précédent mémoire (15), que la numération des germes sur nos plaques gélosées constitue pour l'étude de la microflore envahissante des laits crus, une méthode de choix.

Sur le principe du contrôle des pasteurisations hautes par la voie colimétrique.

La pasteurisation basse des laits de consommation n'est pratiquée qu'exceptionnellement dans le bassin parisien et elle a d'autre part été beaucoup plus étudiée que la pasteurisation haute notamment dans les pays où elle est officiellement recommandée.

Pour cette double raison, nous ne ferons pas figurer dans ce mémoire les résultats des quelques essais que nous avons dû entreprendre pour contrôler les pasteurisations basses. Par contre, nous nous arrêterons longuement sur les travaux relatifs aux pasteurisations hautes que nous avons réalisés depuis trois ans dans la région parisienne.

Ainsi que nous l'avons indiqué ailleurs, nos premières recherches conduites en liaison avec RINJARD (14) nous avaient amenés à fixer à 80° la température de sécurité requise pour la destruction certaine du *B. tuberculeux* dans nos chantiers de pasteurisation les moins parfaitement outillés. En collaboration avec SIMONNET (38), nous avons, d'autre part, établi que la pasteurisation des laits à cette température n'est nullement incompatible avec la conservation parfaite de leurs qualités nutritives essentielles, lorsque l'opération est effectuée à l'abri de l'air.

En principe, nous avons donc retenu le chiffre de 80° comme représentant la température de sécurité à atteindre dans nos chantiers de pasteurisation haute, le temps de chambrage à 80° étant lui-même fixé, suivant la coutume moderne, à 15 secondes au minimum.

Aucune bactérie coliforme ne saurait évidemment résister à un traitement thermique aussi énergique.

Nous avons souvent vérifié, en effet, que dans les conditions les moins favorables de nos essais, ces bactéries étaient déjà détruites à 75° et même nettement au-dessous de cette température. Mais une question restait posée : celle de savoir si la microflore thermorésistante des laits pasteurisés ne renfermait pas quelquefois des germes capables de donner en milieu D. S. des fermentations gazeuses du lactose et de fausser ainsi les indications de la méthode colimétrique de référence.

A cette question, on ne pouvait donner d'autres réponses probantes que celles qui résulteraient d'un très grand nombre d'observations relevées dans la pratique et dans les conditions de travail industriel aussi diverses que possible.

La documentation que nous avons aujourd'hui rassemblée sur ce point nous semble particulièrement édifiante. Elle nous a été fournie par plus de 600 essais effectués au cours des deux dernières années dans 12 chantiers de pasteurisation qui avaient en service des pasteurisateurs de marques diverses et appartenant aux types dits paraboliques, tubulaires ou à plaques. Dans tous les cas, on effectuait les prises d'échantillons aseptiquement et en flacons stériles, directement à la sortie du chambrage. Après refroidissement, le lait des échantillons était réparti aseptiquement par fraction de 1 centimètre cube chacune soit dans deux, soit dans cinq, soit même dans dix tubes de milieu D. S. Après 48 heures d'incubation à 37° aucun des tubes ensemencés n'a jamais pu être classé comme positif suivant les règles antérieurement posées de la colimétrie (méthode de référence).

Du fait qu'un lait pasteurisé donne les résultats colimétriques négatifs que nous venons d'indiquer on ne peut évidemment rien conclure quant à l'efficacité hygiénique réelle de la pasteurisation qu'il a subie. Pour faire disparaître à cet égard tout malentendu possible, rappelons encore ici qu'on sait parfaitement — et nos propres essais conduits en liaison avec Rinjard avaient confirmé le fait avec une netteté rarement égalée — que certains germes pathogènes comme le *B. tuberculeux,* sont beaucoup plus résistants au chauffage que les bactéries coliformes.

Mais, dans un autre ordre d'idée, la généralité sans défaillance des résultats colimétriques négatifs que nous venons de rappeler méritait amplement de retenir l'attention. Elle pouvait donner une base à de nouvelles études pleines d'intérêt sur les recontaminations des laits pasteurisés.

Il est en effet évident, *a priori,* que toute recontamination apportant des bactéries coliformes dans un lait pasteurisé doit tendre à modifier ses réactions colimétriques, les faisant passer du négatif au positif pour un volume minimum de lait contaminé qui ne doit dépendre que de l'état bactériologique du matériel contaminant.

Or, cette notion *a priori,* se prête aisément à la vérification expérimentale si l'on tient compte du fait que le matériel contaminant de beaucoup le plus important dans la pratique est constitué soit par du lait cru, soit par le lait dilué des rinçures de la vaisselle laitière.

Pour préciser l'allure que peut prendre une vérification de cet ordre, nous rappellerons à titre d'exemple le détail d'un de nos essais les plus significatifs.

Essai d'épreuve.

Le 23 août 1938, au chantier de pasteurisation Fl que nous contrôlons depuis un mois déjà, on prélève en flacons stériles avec toutes les précautions requises, deux échantillons :

a. Le premier A est constitué par du lait cru prélevé dans les tanks d'attente du chantier. Ce lait sera pasteurisé le jour même;

b. Le deuxième B est constitué par du lait pasteurisé prélevé à la sortie du chambreur, sur un appareil à plaques qui fonctionne à 82° avec chambrage de 15 secondes.

Sous réserve de vérification ultérieure, on admet par avance que le lait B, comme tous ceux qui ont été examinés dans les mêmes conditions les jours précédents, donnera à l'épreuve colimétrique des résultats négatifs.

On procède alors à une recontamination méthodique du lait B par le lait A, le second étant ajouté au premier à raison de 1/200e, 1/2.000e, 1/20.000e, 1/200.000e, 1/2.000.000e.

Les laits B ainsi contaminés sont soumis à l'épreuve colimétrique de référence en même temps que le lait B non contaminé dont on se propose de vérifier la réaction négative et que le lait A dont on ignore encore la richesse en bactéries coliformes.

Le 25 août, après les 48 heures d'incubations réglementaire, on lit les résultats de l'épreuve qu'il serait fastidieux et inutile de reproduire ici intégralement. Bornons-nous à mettre en lumière les données fondamentales suivantes qui se dégagent des lectures :

Le lait B donne bien les réactions négatives prévues;

Le lait A donne des résultats positifs sous des volumes minima compris entre 1/100.000 et 1/1.000.000e de centimètre cube.

Le lait B contaminé pris sous volume de 1 centimètre cube donne des résultats positifs pour des taux de contamination égaux et supérieurs à 1/200.000e.

La concordance de ces indications est tout à fait satisfaisante.

Il est possible de la présenter sous une forme plus saisissante encore, en faisant appel aux indications fournies par des tables de Mac Crady qui permettent, comme on le sait, de traduire les lectures des échelles colimétriques en nombre de bactéries par centimètre cube de lait.

Effectuant ces traductions suivant les règles d'usage, nous avons trouvé que le lait A renfermait 600.000 bactéries coliformes par centimètre cube (tubes positifs à la dilution 10-5 : 2 sur 2; à la dilution 10—6 : 1 sur 2; à la dilution 10—7 : 0 sur 2). Avec 1/200.000e de centimètre cube de ce lait A; on aurait donc apporté dans 1 centimètre cube de lait B au cours des contaminations expérimentales $\frac{600.000}{200.000}$ soit 3 bactéries coliformes. Or, la lecture de l'épreuve directe effectuée sur le lait B contaminé au 1/200.000e par le lait A conduit au chiffre de 2,5 bactéries coliformes par centimètre cube (2 tubes positifs pour 1 centimètre cube, 2 tubes négatifs pout 1/10e de cm³).

Mais nous ne manquerons pas de faire remarquer que dans cette dernière interprétation l'impressionnante concordance relevée entre les « résultats calculés » et les « résultats trouvés » peut être attribuée en partie au hasard.

Pour simplifier nos recherches nous avions en effet réalisé nos essais sur deux séries parallèles de tubes seulement et il est tout à fait hors de doute que, dans de telles conditions, les données des tables de Mac Crady restent toujours sujettes à caution.

Nous nous en tiendrons donc de préférence aux seules indications que nous ont

fournies les lectures colimétriques directes. Elles suffisent d'ailleurs à faire ressortir avec toute la netteté désirable la notion essentielle qui se dégage de notre essai : celle de l'importance du pouvoir contaminant immédiat du lait A par rapport au lait B. Précisons cette donnée dans le cadre de nos préoccupations actuelles.

Les projets d'une nouvelle réglementation Française des laits pasteurisés, d'ores et déjà adopté par le Comité central du lait et par le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, prévoient un «lait pasteurisé certifié» vendu en bouteilles cachetées à la marque du chantier de pasteurisation et qui devra répondre à un certain nombre de conditions hygiéniques parmi lesquelles figure celle de ne renfermer qu'un nombre de bactéries coliformes inférieur à 1 par centimètre cube. En supposant cette réglementation en vigueur, on voit que dans les conditions de notre essai, il suffisait qu'une partie de lait cru se trouvât fortuitement introduite dans 200.000 parties de lait bien pasteurisé pour que, immédiatement et sans que soit intervenue encore la moindre multiplication microbienne, ces 200.000 parties de lait pasteurisé perdissent leur droit à la dénomination «lait pasteurisé certifié.»

Notre essai d'épreuve confirmé par beaucoup d'autres analogues laisse donc finalement l'impression que la colimétrie pourrait sans doute constituer une méthode extrêmement sensible, donc excellente, dans la recherche des contaminations des laits pasteurisés. Mais pour juger de l'intérêt réel que pouvait effectivement présenter la contre-épreuve des observations précédentes, cette remarque s'imposait et devait être conduite sur le terrain même de la pratique industrielle.

La colimétrie dans le redressement du travail industriel des chantiers de pasteurisation.

Le lait donnant régulièrement des réactions colimétriques négatives après chauffage, chaque fois qu'à la sortie du réfrigérant il réagira positivement à l'épreuve de référence on pourra en conclure qu'il a été recontaminé durant son passage dans l'échangeur de température ou le réfrigérant. Si on soumet alors l'échangeur de température et le réfrigérant à une désinfection minutieuse et au besoin plusieurs fois répétée, les réactions colimétriques des laits pasteurisés et refroidis doivent redevenir négatives.

Le dénombrement des germes de la microflore envahissante, pratiqué suivant la méthode que nous avons préconisée, doit par ailleurs confirmer les indications de la colimétrie et l'interprétation qu'on leur a ainsi donnée.

Ce que nous venons de dire au sujet de l'échangeur de température et du réfrigérant s'applique également à tout le matériel avec lequel le lait pasteurisé entre en contact après la réfrigération et notamment aux bacs de garde, aux appareils de soutirage et aux récipients d'expédition (citernes ou bidons) ainsi qu'à la tuyauterie et à la robinetterie reliant entre eux ces divers appareils.

L'expérience nous a montré que ces prévisions se vérifient en tous points dans la pratique. Un exemple typique choisi parmi beaucoup d'autres semblables suffira à l'établir.

Exemple de redressement du travail par contrôle direct d'un chantier de pasteurisation.

Il s'agit en l'occurrence du chantier de pasteurisation D qui utilise un appareil Stassano fonctionnant à son régime thermique normal (75°). Le réfrigérant est à plaques.

Le 7 décembre 1937, sans avoir rien modifié aux conditions du travail courant, on effectue une première série de contrôles dont les résultats sont rassemblés dans les colonnes « avant intervention » du tableau V.

On voit que dans ce premier contrôle les résultats de la colimétrie et ceux des dénombrements sur plaques gélosées accusent, au niveau du réfrigérant une contamination massive à laquelle d'autres, moins importantes, se surajoutent par la suite et notamment dans les bidons d'expédition.

Les 8 et 9 décembre on désinfecte tout le matériel à l'eau javellisée.

Le 9 un nouveau contrôle effectué dans les mêmes conditions générales que celui du 7, conduit aux résultats qui figurent dans les colonnes « après intervention » du tableau V. Ces résultats montrent que l'efficacité de la désinfection est accusée aussi bien par la colimétrie que par les numérations sur plaques.

Tableau V. — Contrôle et redressement du travail du chantier de pasteurisation D.

PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS.	AVANT INTERVENTION.		APRÈS INTERVENTION.	
	NOMBRE de germes banaux au cc.	NOMBRE de bactéries coliformes probables au cc.	NOMBRE de germes banaux au cc.	NOMBRE de bactéries coliformes probables au cc.
Lait après chauffage	36.000	0	36.000	0
Lait après réfrigération	140.000	250	37.000	0,5
Lait à la sortie de la soutireuse	150.000	250	//	//
Lait dans les bidons d'expédition	212.000	250	44.000	0

La colimétrie dans le contrôle à l'arrivée à Paris des laits pasteurisés expédiés en bidons ou en citernes.

Dans une ville comme Paris dont l'approvisionnement en lait est encore presque exclusivement assuré par les envois de chantier de pasteurisation situés dans les centres de production, le problème de la surveillance hygiénique des laits pasteurisés est complexe. Pour rendre cette surveillance possible, il est nécessaire d'établir une discrimination entre deux ordres de responsabilités, celles qui reviennent au chantier de pasteurisation d'une part, et celles qui restent imputables aux détaillants de l'autre. Dans de telles conditions, c'est à l'arrivée à Paris, dans les bidons ou citernes encore plombés à la marque du chantier de pasteurisation expéditeur qu'un contrôle bactériologique offre le maximum d'intérêt. S'il conduit à des résultats satisfaisants c'est que le travail du chantier de pasteurisation est correct et la surveillance des détaillants reste seule à l'ordre du jour. Dans le cas contraire, c'est le travail même du chantier de pasteurisation qu'il importe avant tout de redresser.

Suivant le thème général de nos recherches, nous avons déterminé ce que donnent respectivement la colimétrie et la numération des germes sur plaques gélosées dans le cas, si important pour nous, de ces contrôles des laits pasteurisés à leur arrivée à Paris.

Pour donner une idée précise des résultats de ces déterminations, nous rassemblerons dans le tableau VI les chiffres auxquels nous ont conduit nos examens dans un certain nombre de cas typiques. Ces chiffres se rapportent pour chaque chantier de pasteurisation : *a*. A un contrôle antérieur à notre intervention ; *b*. A un second contrôle pratiqué

aussitôt après notre intervention, c'est-à-dire après une désinfection méthodique et soignée de tout le matériel et une amélioration aussi poussée que possible de la réfrigération des laits expédiés.

Dans la première colonne du tableau, chaque chantier de pasteurisation est désigné par une lettre de A à F et caractérisé par des indications sommaires sur : *a.* Le type de pasteurisateur utilisé (tubulaire, parabolique, Stassano, à plaques); *b.* La température de pasteurisation; *c.* Le mode d'expédition du lait pasteurisé (bidons de 20 litres ou citernes de grande capacité).

Tableau VI. — Contrôle des laits pasteurisés à leur arrivée à Paris avant et après redressement du travail des chantiers de pasteurisation.

Désignation du chantier et mode d'expédition utilisé.	Date de l'intervention.	Avant intervention. Température à l'arrivée à Paris.	Avant intervention. Nombre de bactéries au cc. Coliformes.	Avant intervention. Nombre de bactéries au cc. Banales.	Après intervention. Température à l'arrivée à Paris.	Après intervention. Nombre de bactéries au cc. Coliformes.	Après intervention. Nombre de bactéries au cc. Banales.
—	—	—	—	—	—	—	—
A. Tubulaire. 80–85° C. — Bidons.....	Septembre.	17°	25.000	3.760.000	14°	0	51.000
B. Plaques. 80° C. — Bidons.....	Novembre.	8°	250	223.000	5°	0,5	67.000
C. Parabolique. 85–90° C. — Bidons.....	Décembre.	9°	2.500	540.000	6°	6	13.000
D. Stassano. 75° C. — Bidons.....	Décembre.	10°5	250	508.000	9°	0	44.000
E. Tubulaire. 80–85° C. — Bidons.....	Décembre.	12°	250	1.100.000	9°	25	17.900
F. Tubulaire. 80–85° C. — Citerne.....	Septembre.	15°	250	110.000	11°5	0	700

L'examen du tableau VI permet de dégager deux importantes données :

1° Le redressement du travail défectueux d'un chantier de pasteurisation se traduit par une amélioration, et cette amélioration se manifeste à l'arrivée à Paris aussi bien par les résultats des épreuves colimétriques que par ceux des numérations sur plaques;

2° En dépit de toutes les précautions prises, des recontaminations du lait par les bactéries coliformes peuvent se produire dans les bidons et même dans les citernes. Or, dès que la température devient favorable, la prolifération de ces bactéries se montre si active qu'elles réenvahissent rapidement le lait chez le détaillant, alors même que celui-ci ne commettrait aucune autre faute technique que celle de débiter du lait pasteurisé qui s'est naturellement réchauffé.

Cette dernière considération limite singulièrement l'intérêt des contrôles colimétriques dans le cas envisagé ici. Aussi la nouvelle réglementation française ne prévoit-elle pour ce cas, en ce qui concerne la microflore envahissante, qu'un dénombrement global des germes banaux. A l'arrivée à Paris, on ne tolèrera pas plus de 100.000 de ces germes par centimètre cube de lait pasteurisé tout venant. Ce lait pasteurisé n'aura droit par ailleurs à aucune dénomination impliquant l'idée d'une supériorité de qualité.

La colimétrie dans le contrôle des laits vendus aux consommateurs en bouteilles cachetées.

Pour faire apparaître tout l'intérêt de cette catégorie de contrôles, il nous faut maintenant préciser la position que nous avons prise vis-à-vis du problème de l'amélioration hygiénique de nos laits de consommation.

Les impressions depuis longtemps recueillies par l'un de nous (13) sur les conditions générales de notre production et de nos ramassages de lait ayant trouvé une éclatante confirmation dans nos études sur la pasteurisation (14), nous avons pensé qu'il fallait susciter les améliorations nécessaires en orientant tout d'abord les efforts vers un objectif unique, effectivement accessible aux réalisations agricoles, industrielles et commerciales. L'objectif à choisir semblait devoir être, à notre avis, l'obtention d'un lait pasteurisé type jugé de qualité hygiénique aussi satisfaisante que possible. Cette qualité serait garantie par quelques critères qu'on aurait fixés de telle manière qu'ils puissent être considérés comme décisifs. Et pour encourager les entreprises à la production de ce lait type, on réserverait à celui-ci une dénomination et une marque spéciales témoignant de sa qualité particulière. Nous avons proposé de l'appeler «lait pasteurisé certifié».

Suivant le nouveau projet de réglementation des laits pasteurisés français, les «laits pasteurisés certifiés» devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° N'être vendus qu'en bouteilles de 1 litre au maximum, cachetées à la marque du chantier de pasteurisation et portant la date de la pasteurisation;

2° Ne pas être conservés plus de 48 heures avant la livraison au consommateur, la température du lait dans les bouteilles étant sans cesse maintenue au-dessous de + 10° C.

3° Ne pas renfermer de germes pathogènes;

4° Ne renfermer qu'un nombre de germes microbiens banaux inférieur à 30.000 par centimètre cube. Dans notre pensée, les germes doivent être dénombrés par cultures sur plaques gélosées de qualité nutritive au moins équivalente à celle qu'on obtient avec notre milieu : lait écrémé digéré par la trypsine (16);

5° Ne renfermer qu'un nombre de bactéries coliformes inférieur à 1 par centimètre cube. Nous pensons que ces bactéries doivent être dénombrées par culture en milieu D. S. simple, suivant la méthode de référence adoptée dans ce mémoire ou par toute autre méthode reposant sur le même principe et donnant des résultats au moins équivalents.

Satisfaction étant régulièrement donnée aux trois premières prescriptions ci-dessus énumérées, nous pensions que la quatrième et surtout la cinquième donneraient la meilleure garantie désirable au sujet de la non recontamination des laits pasteurisés. Nous présumions, en outre, que la quatrième prescription impliquait l'obligation de ne soumettre à la pasteurisation qu'un lait aussi peu chargé que possible en germes microbiens banaux, c'est-à-dire récolté et ramassé proprement.

Les minutieuses études que nous avons réalisées depuis la fin du mois de juillet dernier au chantier de pasteurisation Fl. ont eu pour objet propre de fixer par l'expérimentation industrielle ce qu'il fallait retenir de ces suggestions.

Études sur la préparation et le contrôle des laits pasteurisés du type «certifiés» au chantier Fl.

Avant notre intervention, une de nos grandes firmes laitières parisiennes (Société laitière Maggi) avait déjà réalisé au dépôt Fl. (dépôt des Flandres) une belle installation qui préparait un lait pasteurisé livré à la consommation en bouteilles cachetées. Au mois de juillet 1938, en complet accord avec la firme exploitante, nous avons pris en main le contrôle du chantier de pasteurisation Fl., étant bien entendu que les modifications dont nos contrôles indiqueraient la nécessité seraient réalisées rapidement. Sans établir de distinction superflue entre ce qui avait été fait avant notre intervention et les améliorations que nous avons suggérées, caractérisons brièvement, du point de vue technique, le mode actuel d'exploitation du dépôt Fl.

Le chantier situé à Paris (gare de l'Est) pasteurise chaque jour de 30 à 50.000 litres de lait cru. Celui-ci, reçu en citernes isothermes, provient de deux centres de production où il a été réchauffé à 25° épuré par centrifugation et refroidi à + 2 + 4°. La pasteurisation pratiquée au moyen d'appareils à plaques est conduite un peu au-dessus de 80° avec chambrage de 15 secondes. Refroidi à + 4°, le lait pasteurisé est immédiatement mis en bouteilles de verre transparent. Le nettoyage et le remplissage de ces bouteilles est effectué mécaniquement au moyen d'appareils modernes des meilleurs types.

Les températures de pasteurisation sont soigneusement enregistrées.

Les contrôles bactériologiques sont effectués :

a. Journellement à l'usine; pour la recherche des contaminations par voie colimétrique;

b. Au laboratoire national des industries laitières pour les numérations de germes sur plaques;

c. Au laboratoire national des industries laitières en liaison avec le laboratoire national de recherches sur les maladies du bétail (Directeur Rinjard) pour ce qui concerne les germes pathogènes. Les contrôles de cette catégorie conduisent régulièrement à des résultats négatifs, mais ils sont cependant effectués de temps en temps à titre de mesure de sécurité complémentaire.

Nous avons reproduit dans le tableau VII une série de résultats se rapportant à nos essais colimétriques et à nos numérations sur plaques.

Durant la période de mise au point (du 25 juillet au 8 août) on avait à effectuer chaque jour un nombre de contrôles variable sur des échantillons prélevés à différents moments au cours du travail. Les résultats de ces contrôles ont permis d'établir des moyennes (arithmétiques pour les bactéries coliformes, géométriques pour les germes banaux) et ce sont ces dernières qui figurent dans le tableau.

Au cours de la période de marche normale, qui part du 9 août, un seul échantillon moyen a été examiné chaque jour et les moyennes enregistrées dans le tableau sont calculées sur les résultats de quatre contrôles journaliers consécutifs.

A partir du 29 août, nous n'avons plus donné que quelques exemples des chiffres, toujours comparables les uns aux autres, qui figurent dans nos carnets de contrôle.

TABLEAU VII. — CONTRÔLE D'UN LAIT DU TYPE « PASTEURISÉ CERTIFIÉ ».

(*Chantier de pasteurisation Fl.*)

DATES.	NOMBRE de BACTÉRIES COLIFORMES au cc. (Moyennes arithmétiques.)	NOMBRE de GERMES BANAUX au cc. (Moyennes géométriques.)	OBSERVATIONS.
25 juillet	3,7	41.800	Période de mise au point.
26 —	58	33.600	
28 —	55	54.700	
30 —	13,7	21.500	
1er août	3,3	70.000	
2 —	3,4	20.000	
3 —	0,5	21.700	
5 —	0,6	40.000	
6 —	3	18.100	
7 —	0	18.200	
8 —	0	22.500	
9 —	0	25.000	Marche normale du travail contrôlé.
Du 10 au 15 août	0,5	18.200	
Du 15 au 18 —	0,6	23.000	
Du 19 au 23 —	0,4	21.100	
Du 24 au 27 —	0,2	17.100	
Du 29 août au 1er septembre	0,3	19.100	
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	
Du 7 au 10 septembre	0,3	19.300	
.....	.....	.....	
Du 21 au 24 septembre	0,2	27.800	
.....	.....	.....	
.....	.....	.....	
Du 3 au 7 octobre	0,1	24.100	
.....	.....	.....	
Du 12 au 15 octobre	0	27.700	
.....	.....	.....	
Du 25 au 28 octobre	0	29.300	

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau pour se rendre compte que la colimétrie nous a donné dans la période de mise au point les mêmes résultats satisfaisants que nous avions antérieurement enregistrés.

Durant la période de marche normale, les résultats des contrôles colimétriques restent satisfaisants, comme d'ailleurs ceux des dénombrements sur plaques. Mais nous devons ajouter que les premiers n'ont pu être maintenus dans les limites requises qu'au prix d'une désinfection journalière du matériel conduite avec les soins les plus minutieux par un opérateur compétent. Jusqu'à ce jour, la moindre défaillance dans les services de désinfection a toujours eu pour répercussion, au dépôt Fl., une élévation très nette du taux colimétrique des laits pasteurisés. C'est pour cette raison que les essais colimétriques sont effectués à l'usine même, sous les yeux des chefs de service intéressés.

Si les conditions de température antérieurement indiquées sont bien observées, le taux colimétrique des laits pasteurisés en bouteilles reste sensiblement constant jusqu'à la livraison au consommateur. On peut dire dès lors que sa détermination constituera sans doute l'épreuve essentielle du contrôle des « laits pasteurisés certifiés ».

Pour ce qui a trait au nombre de germes banaux, l'expérience nous a montré que pour le régime de pasteurisation que nous avons adopté la limite de 30.000 ne peut être obtenue qu'au prix du maintien d'une bonne discipline dans les ramassages de lait.

Les indications de la colimétrie et des numérations de germes banaux sur plaques gélosées se complètent donc ici très heureusement.

Conclusion.

Après une étude critique et quelques vérifications expérimentales qui s'imposaient, nous avons choisi comme méthode colimétrique de référence la méthode américaine en milieu Dunham Schoenlein (D. S.) simple. Ce choix reste dans notre esprit sujet à revision et nous n'hésiterons pas à donner notre préférence à tout autre milieu qui, par la suite, pourrait nous sembler d'un emploi plus avantageux. Des études sur cette question restent en cours à notre laboratoire.

Mais l'emploi du milieu D. S. nous a, d'ores et déjà, permis de préciser la part qui, à notre avis, doit revenir à la colimétrie dans le contrôle de la pasteurisation des laits.

Prenant appui sur les données qui figurent dans ce mémoire, nous pensons que :

1° La colimétrie n'offre qu'un intérêt médiocre dans le contrôle des laits crus et des laits pasteurisés livrés en bidons aux détaillants;

2° La colimétrie présente au contraire un réel intérêt dans la recherche des contaminations des laits pasteurisés à l'usine et elle offre une méthode de choix au contrôle des laits pasteurisés du type « certifié ».

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1934. Aichelburg (U. Di). — *G. Batt. Immun.*, 12, p. 481.
2. 1934. Bardsley (D. A.). — *J. Hyg.*, Camb., p. 34-38.
3. — Bergey's. — Manual of determinative Bacteriology. (Edit. : The Williams et Wilkings C°, Baltimore M. D. U. S. A.)
4. 1932. Burke-Gaffney (H. J. O'D). — *J. Hyg.*, Camb., p. 32-85.
5. 1928. Chalmers (C. H.). — *J. Hyg.*, 27, p. 295.
6. 1912. Churchman (John W.). — *Journ. Exper. Med.*, 16, p. 221.
7. 1915. Clark (W. M.) et Lubs (W. A.). — J. Infect. Dis., 17, p. 160.
8. 1931. Cruickshank (J.) et Cruickschank (K.). — « A system of Bacteriology ». Med. Res. Council, London, vol. 8, p. 353.
9. 1934. Demeter (K. J.). — Bacteriologische Untersuchungsmethoden von milk, p. 696.
10. 1926. Dunham (H. G.) et Schoenlein (H. W.). — *Stain. Tech.*, 1, p. 129.
11. 1903-1904. Endo (S.). — *Centrbl. f. Bakt.* Abt. I, 35, p. 109.
12. 1932. Gray (J. D. A.). — *J. Hyg.*, Camb., 32, p. 132.
13. 1923. Guittonneau (G.). — Les principes d'une technique rationnelle en industrie laitière. (*Le Lait*, p. 669-782.)
14. 1937. Guittonneau (G.). — Le problème actuel de la pasteurisation obligatoire des laits de consommation. (*Bull. Centre Econ. de l'Alimentation*, juin n° 11, p. 80 à 112.)

15. 1937. Guittonneau (G.), Mocquot (G.) et Eyrard (A.). — Sur la microflore envahissante des laits de consommation, son origine et sa signification dans les contrôles hygiéniques. (*Bull. Acad. de Médecine,* t. 118, n° 39, p. 754.)

16. 1938. Guittonneau (G.), Mocquot (G.) et Eyrard (A.). — Choix d'un milieu de culture pour la numération des germes microbiens. (*Le Lait,* t. XVIII, p. 225 à 233.)

17. 1918*a*. Hall (Ivan c.) et Ellefson (L. J.). — *Journ. Bact.,* 3, p. 329.

18. 1918*b*. Hall (Ivan c.) et Ellefson (L. J.). — *Journ. Bact.,* 3, p. 353.

19. 1906. Jackson (Daniel D.). — Biological studies by the pupils of W. T. Sedgwick.

20. 1907. Jackson (Daniel D.). — *Jour. Inf. Dis.,* suppl. n° 3, 30.

21. 1927. Jordan (H. E.). — J. Amér. Water works Assoc., 18, p. 337.

22. 1927. Kessler (M. A.) et Swenarton (J. C.). — *Jour. of Bact.,* 14, p. 47 *bis* à 53.

23. 1930. Kline (E. K.). — Intern. Ass. Dairy et Milk Inspector, 19th Ann. Rep., p. 68.

24. 1933. Kon (P. M.). — *Jour. Dairy Res.,* 4, p. 206.

25. 1923. Koser (S. A.). — *Jour. Bact.,* 8, p. 493.

26. 1921. Levine (M.). — Iowa engng. (Exp. Stat., Bull., p. 62.)

27. 1900. Mac Conkey (A. T.). — Lancet ii, p. 20.

28. 1901. Mac Conkey (A. T.). — *Zbl. Bavt.,* 29, p. 740.

29. 1905. Mac Conkey (A. T.). — *J. Hyg.,* Camb., 5, p. 333.

30. 1908. Mac Conkey (A. T.). — *J. Hyg.,* Camb., 8, p. 322.

31. 1932. Mac-Crady (M. H.) et Langevin (E.). — *Jour. Dairy Sci.,* 15, p. 321.

32. 1933. Malcolm (J. F.). — *Jour. Dairy Res.,* 4, p. 91.

33. 1920. Muer (T. C.) et Harris (R. L.). — Amer. Jour. Pub. Heal., 10, p. 874.

34. 1908. Orr (T.). — Rep. on «Investigation as to the contamination of milk» county Hall, Berverley, Yorks.

35. 1931. Pawan (J. L.). — *J. Trop. Med.* (Hyg.), 34, p. 229, 267, 288, 310, 317, 345, 360, 380, 391, 413.

36. 1914. Rogers (L. A.), Clark (W. M.) et Evans (A. C.). — *J. Infect. Dis.,* 15, p. 99.

37. 1914. Rogers (L. A.), Clark (W. M.) et Davis (B. J.). — *J. Infect. Dis.,* 14, p. 411.

38. 1936. Simonnet (H.), Guittonneau (G.), Mocquot (G.) et Eyrard (A.). — De l'influence de la pasteurisation à l'abri de l'air sur la valeur nutritive du lait (*C. R. Acad. des Sciences,* p. 1690.)

39. 1934. «Standard methods of milk analysis». —American Public health association. New-York Ass. of Official Agr. chemists. (Washington D. C., p. 49.)

40. — «Standard methods of water analysis».—American Public health Association. New-York. (Éditions antérieures à la 6e.)

41. 1936. Même recueil que ci-dessus. (8e édit., p. 210.)

42. 1935. Stark (C. N.) et England (C. W.). — *Jour. Bact.,* 29, p. 26.

43. 1936. Stark (C. N.) et Curtis (L. R.). — *Jour. Bact.,* 32, p. 375.

44. 1898. Voges Proskauer. — *Zeitschr. Hyg.,* 28, p. 20.

45. 1935. Wilson (G. S.). — «The bacteriological grading of milk», p. 153.

46. 1935. Wilson (G. S.). — «The bacteriological grading of milk», p. 174.

47. 1935. Wilson (G. S.). — «The bacteriological grading of milk», p. 181.

48. 1935. Wilson (G. S.). — «The bacteriological grading of milk», p. 183.

49. 1933. Yale (M. W.). — *Jour. Dairy Sciences,* 16, p. 481.

50. 1933. Zavagli (V.). — *Z. Infektkr.* Haustière, 45, p. 110.

LES

FORMES LEVURES DANS LA FLORE SUPERFICIELLE

DES FROMAGES DE CAMEMBERT

PAR

G. Guittonneau, Directeur

J. Keilling, Directeur auxiliaire

H. Delaval, Préparateur

du Laboratoire national des industries laitières.

SOMMAIRE.

Introduction 38

I. Sur la prédominance des formes levures dans la première phase de la maturation 39
a. La première évolution de la flore fongique superficielle 39
b. Premières variations chimiques enregistrées dans le liquide imprégnant le fromage ... 40
c. Idée d'une phase initiale de la maturation en rapport avec les formes levures superficielles 41

II. Étude générale sur les formes levures de la flore superficielle initiale 42
a. Groupement général des souches de levures en types physiologiques 42
b. Généralisation des observations précédentes 42

III. Étude détaillée de quelques types caractéristiques des formes levures observées 43
a. Formation de voiles ou d'anneaux. Dimensions cellulaires 43
b. Colonies géantes 44
c. Sporulation 45
d. Températures optima 45
e. Températures mortelles 45
f. Action sur les sucres 45
g. Action sur l'acide lactique en présence du lactose 47
h. Résistance au sel 47
i. Action sur la caséine dans le lait 48
j. Coordination et interprétation des observations précédentes 49

IV. Conclusion 49

Introduction.

Dès 1889, E. Duclaux a bien défini le rôle de la flore superficielle dans la maturation des fromages dits «moisis» des types «Brie» ou «Camembert» [1]. A la même époque, Duclaux écrivait par ailleurs que «dans tous les laits qui s'altèrent, dans tous les fromages en voie de fabrication, on trouve le ferment lactique et diverses espèces de *Mycodermes*».

En 1910, dans sa technique laitière, Mazé a excellemment précisé les premières vues de Duclaux (2) sur la maturation des fromages moisis et il a notamment indiqué que les mycodermes sont des constituants normaux de la flore fongique des fromages de Brie, de Camembert et de Coulommiers. Trois espèces, se distinguant par leurs caractères morphologiques et par l'aspect des cultures, ont été isolées par ce savant. Mais, ayant reconnu que les mycodermes ne sont que des agents de combustion peu actifs de l'acide lactique, Mazé (4) n'a pas cru devoir s'arrêter longuement sur leur étude. Les différents auteurs qui, par la suite, se sont occupés de la question, ont adopté le même point de vue et ils désignent les formes levures qu'ils ont trouvées sur les fromages moisis soit sous la dénomination de «mycodermes», soit sous celle de «torula».

Au cours de ces dernières années, l'étude des levures rencontrées dans le lait et les produits laitiers a fait l'objet de plusieurs mémoires. Signalons notamment ceux de H. Redfield (1922) [5], Slobodska-Zaykowska (1926) [6], Huesmann (1926) [3], Hammer (1926) [2], Truper (1928) [7]. Mais dans ces différents travaux on ne trouve aucune indication précise sur le rôle que peuvent jouer les microorganismes étudiés dans la flore superficielle des fromages moisis. Tout au plus peut-on en dégager la notion que les levures faisant fermenter le lactose doivent, d'une manière générale, être considérées comme nuisibles aussi bien à cause des dégagements gazeux qu'elles provoquent qu'en raison des odeurs et des goûts désagréables que leur développement a tendance à provoquer dans les produits laitiers en général et dans les fromages en particulier.

De la brève revue bibliographique qui précède, on peut donc conclure que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous manquons de renseignements précis sur les formes levures qui apparaissent dans la flore superficielle des fromages moisis et notamment des camemberts. Il y a là dans la microbiologie laitière une regrettable lacune. Les recherches rapportées dans ce mémoire tendent à la combler.

L'objet de notre travail ainsi défini, il nous faut maintenant préciser les conditions dans lesquelles il a été réalisé.

Conditions générales de nos recherches.

A la surface d'un fromage comme le camembert, les proliférations microbiennes peuvent s'enchevêtrer de manière différente suivant les conditions de milieu qui leur sont offertes. Lorsqu'on veut les observer avec la préoccupation de définir un phénomène industriellement normal, il est essentiel de ne s'adresser qu'à des produits dont la qualité ne saurait être mise en doute. Cette prescription a été scrupuleusement observée dès l'origine de nos recherches.

Au moment où celles-ci furent entreprises (1931) l'un de nous assurait depuis près de dix ans la direction technique de deux fromageries normandes réputées que nous désignerons par la suite par les symboles O. et Cy. Le travail de ces fromageries avait été organisé de telle sorte que les fabrications ne laissaient rien à désirer au point de vue de la régularité de leur

[1] Ce mémoire écrit dès 1934, n'avait pu être publié jusqu'à ce jour pour des raisons indépendantes de notre volonté. Les recherches qui y sont présentées et interprétées ont été effectuées de 1931 à 1933. Les rapports annuels sur le fonctionnement de l'Institut des recherches agronomiques en 1931 (p. 286), 1932 (p. 324) et 1933 (p. 173) les ont déjà résumées dans leurs parties essentielles.

qualité. Les échantillons destinés aux études de laboratoire ont d'ailleurs toujours été choisis dans des lots présumés d'excellent choix d'après l'allure de leur égouttage, et la vérification a été faite lors de la vente que ces présomptions étaient justifiées. Toutes nos observations de base ont ainsi été relevées sur des camemberts normands de premier choix.

Nous n'avons pas manqué de vérifier ensuite que les résultats auxquels nous avait conduits ce travail initial se confirmaient pour d'autres fromageries également très réputées et situées aussi bien en Normandie que dans d'autres régions fromagères françaises. Cette constatation nous donnait le droit de réduire le cadre de notre exposé aux observations recueillies dans les fromageries O. et Cy.

Sur la prédominance des formes levures dans la première phase de la maturation.

Durant près de deux années à intervalles réguliers, nous avons examiné tant au point de vue bactériologique, qu'au point de vue chimique, des fromages provenant des exploitations O. et Cy. mentionnées dans notre introduction.

La première évolution de la flore fongique superficielle.

La flore superficielle d'un grand nombre de fromages fabriqués en différentes saisons a été soumise, chaque jour, à un examen microscopique direct sur préparations obtenues par simple impression ou sur frottis. Les impressions étaient réalisées en appliquant fortement une lame sur la surface du caillé. Frottis et impressions étaient fixés à chaud, dégraissés au xylol, puis colorés soit au bleu de méthylène en solution aqueuse saturée, soit à la fuchsine phéniquée de Ziehl. Après lavages les préparations étaient examinées au microscope.

Afin de bien préciser l'influence du salage sur l'évolution de la flore superficielle, nous avons à diverses reprises examiné parallèlement deux fromages de même âge et de même origine, l'un salé, l'autre non salé. Nous avons ainsi constaté que, dès que la surface du caillé s'est asséchée, vers la fin de l'égouttage, on peut noter une tendance générale à l'envahissement par les formes *oïdium* accompagnées de formes «levures». Mais, le salage intervenant, la marche de l'évolution microbienne ainsi amorcée se trouve bouleversée. Elle est, tout d'abord, partiellement paralysée par l'application massive du sel dans lequel les microorganismes se trouvent enrobés, puis le sel en excès dans les couches superficielles se répartit, par diffusion dans toute la masse du caillé et les formes levures, reprenant alors leur activité, ne tardent pas à recouvrir la surface du fromage d'une couche à peu près continue (fig. 1). C'est alors que se répand, dans les hâloirs, «l'odeur de pommes» si recherchée des praticiens. Ayant ainsi envahi le terrain, les formes levures en restent entièrement maîtresses pendant cinq à six jours. Au bout de ce temps, le *Penicillium candidum* dont les spores ont eu le temps de germer vient les enserrer progressivement dans son feutrage mycélien et ne tarde pas à se substituer à elles.

Il nous est apparu qu'il importait de préciser les données du problème posé par ces simples observations par une étude aussi approfondie que possible de la flore microbienne qui avait ainsi retenu notre attention. C'est dans ce but que nous avons réalisé sur lactosérum gélosé, à 20° C., un certain nombre d'isolements à partir de camemberts frais et salés, des usines O. et Cy.

Les colonies microbiennes qui se développaient dans ces conditions étaient examinées au microscope afin de déterminer la forme des microorganismes qui les composaient.

A titre d'exemple nous rapporterons dans le tableau I le résultat sommaire d'une série d'isolements poursuivis en janvier et février 1932, sur des camemberts frais et salés.

Tableau I. — Formes levures et mycodermes isolées de la surface de camemberts frais et salés (janvier et février 1932).

Fromageries d'origine.	Âge du fromage au moment de l'isolement.	Nombre total de colonies.	*Oidium.*	Myco-dermes.	Formes levures.
O.....	3 jours.	169	0	0	169
O.....	7 —	80	0	3	77
O.....	10 —	84	0	0	84
Cy.....	6 —	75	0	2	73
Cy.....	10 —	64	2	1	61
Cy.....	12 —	95	3	0	92

La flore superficielle de la première phase de la maturation est donc composée, presqu'en totalité, de formes levures.

Premières variations chimiques enregistrées dans le liquide imprégnant le fromage.

Périodiquement nous avons extrait de fromages de divers âges, par une forte pression, un jus clair qui soigneusement filtré, fut soumis à l'analyse.

A titre d'exemple, nous reproduisons sous forme de graphiques (graphiques I, II et III) les chiffres obtenus par l'analyse de camemberts fabriqués le 7 décembre et salés le 9 décembre 1931. Pour mettre en évidence dans la mesure du possible, l'influence propre de la flore superficielle, nous avons analysé séparément les liquides extraits par pression de la couche périphérique et ceux provenant de la fraction centrale.

De l'examen des graphiques on peut déduire ce qui suit :

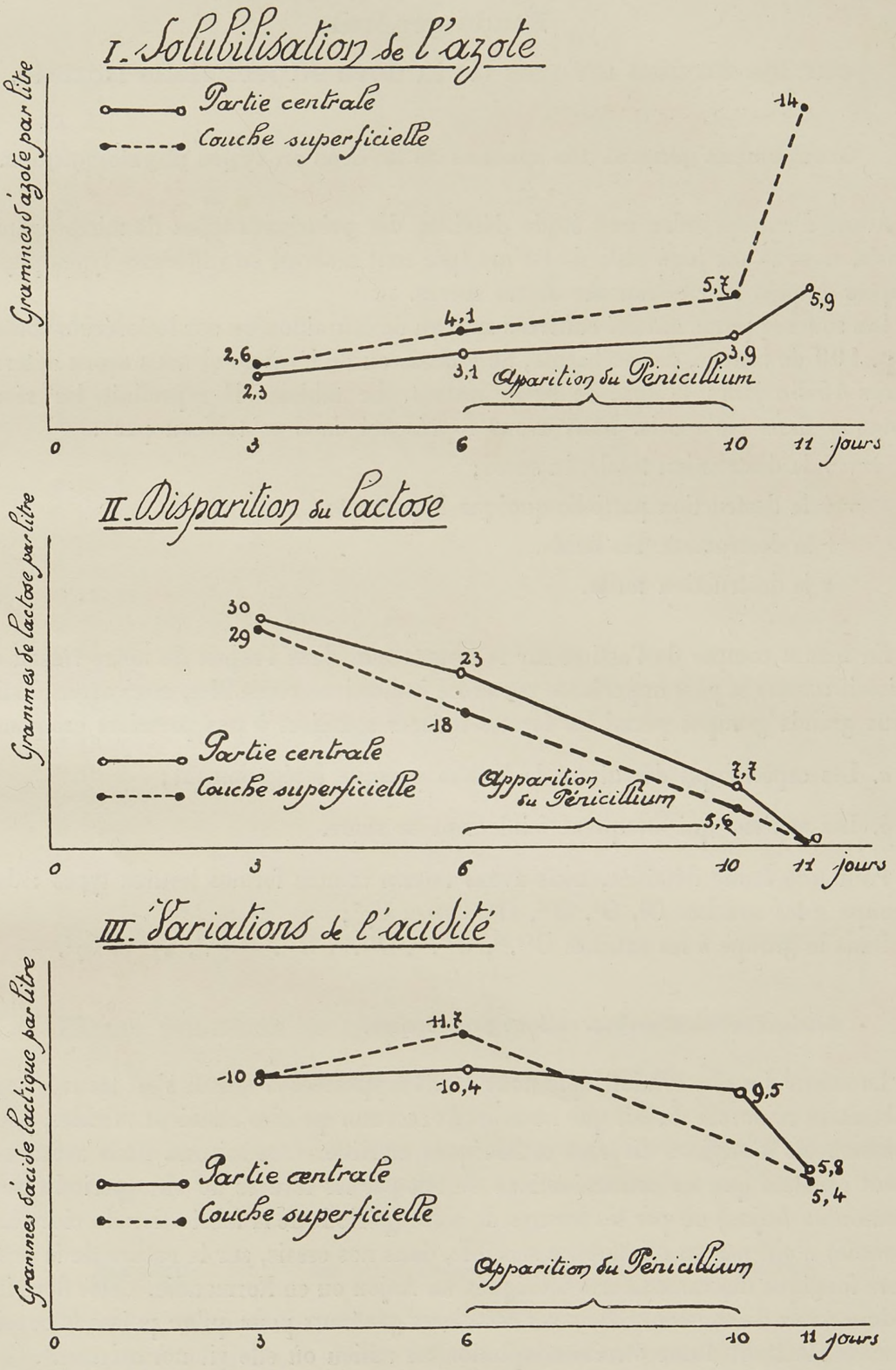
1° Jusqu'au dixième jour après la fabrication, le développement de la flore superficielle n'exerce pas d'action sensible sur la marche de la solubilisation de l'azote du caillé.

2° Au cours de la première semaine qui suit la fabrication on observe une disparition progressive et régulière du lactose cependant que l'acidité du liquide qui baigne le caillé demeure voisine de 100° Dornic, c'est-à-dire à la limite de l'acidité que produisent les ferments lactiques poussant dans ces conditions de température.

Pour compléter les indications des graphiques, ajoutons que les jus extraits des fromages au cours de ce premier stade renferment à peu près constamment de l'alcool en quantité non négligeable, et que ces fromages contiennent en outre des traces d'acétate d'éthyle facilement reconnaissable à son odeur caractéristique rappelant celle de la pomme.

Idée d'une phase initiale de la maturation en rapport avec les formes levures superficielles.

Il est évidemment indiqué de mettre en cause les formes levures qui envahissent toute la surface du caillé frais et salé dans le phénomène de la disparition du lactose qui se



manifeste pendant la première phase de l'affinage. La formation d'alcool et d'acétate d'éthyle cadre bien avec cette manière de voir.

Nous avons complété cette première notion par des études plus approfondies sur les formes levures de la microflore superficielle des camemberts. Ces études font l'objet des II[e] et III[e] parties du présent mémoire.

Étude générale sur les formes levures de la flore superficielle initiale.

Groupement général des souches de levures en types physiologiques.

Avant d'entreprendre une étude détaillée des principaux types de microorganismes isolés, nous avons jugé utile de les grouper tout d'abord en différents types physiologiques d'après leur action sur divers sucres.

Les souches pures ont été cultivées sur eau de touraillon ou sur lactosérum contenant 5 p. 100 de lactose, de saccharose, de glucose ou de lévulose et nous avons déterminé, après 45-50 jours, la dose de sucre restant. Le tableau II reproduit les résultats obtenus dans ces essais. Nous avons représenté dans ce tableau par :

+++ la destruction totale du sucre;

++ la destruction partielle quoique importante;

+ la destruction très faible.

o la destruction nulle.

En tenant compte de l'action sur le lactose qui, dans l'esprit de notre travail apparaissait comme la plus importante parmi les indications recueillies, nous avons distingué deux grands groupes parmi les formes levures soumises à nos premiers examens.

a. Les espèces qui détruisent le lactose presque intégralement;

b. Les espèces qui attaquent faiblement ce sucre.

Pour une étude détaillée, nous avons retenu comme formes levures types : dans le groupe *a* les souches O^{1}, O^{3}, O^{12}, O^{g}, Cy^{1} et Cy^{7};

Dans le groupe *b* les souches $O^{13.14}$, $O^{13.17}$, $O^{13.18}$, $O^{16.1}$, $O^{16.4}$, Cy^{3} et Cy^{6}.

Généralisation des observations précédentes.

La valeur des observations que nous avons rapportées ci-dessus s'est trouvée considérablement renforcée du fait que nous avons reconnu qu'elles restaient valables, pour des camemberts d'origines diverses et fabriqués en différentes saisons. Nous avons notamment constaté que les contaminations du lait par les levures de vin (période de vinification en Anjou) ou par les levures de cidre (période de la fabrication du cidre en Normandie) n'ont pas eu d'influence sensible, dans nos essais, sur la nature de la première flore fongique des camemberts fabriqués en Anjou ou en Normandie. Cette flore initiale a donc assez de constance dans ses caractères généraux pour qu'on puisse la considérer comme résultant d'une étroite adaptation au milieu où elle vit normalement.

TABLEAU II. — PREMIER GROUPEMENT DES SOUCHES DE LEVURES SUPERFICIELLES EN TYPES PHYSIOLOGIQUES.

ORIGINE ET DÉSIGNATION DES SOUCHES.	SUCRES SOUMIS À L'ACTION DES MICROORGANISMES.			
	LACTOSE.	SACCHAROSE.	GLUCOSE.	LÉVULOSE.
Cy 1....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Cy 3....	+	+ +	+ +	+ +
Cy 4....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Cy 6....	+	+ +	+ + +	+ +
Cy 7....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Cy 9....	+	+ +	+ +	+ +
Cy 17...	o	+	+ +	+ +
O 1.....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 3.....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 5.....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 12....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 15....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O b.....	+	+ +	+ +	+ +
O c.....	+ +	+ + +	+ + +	+ + +
O g.....	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O h.....	o	+	+	+ +
O 13-3..	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 13-6..	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 13-7..	+	+ +	+ + +	+ + +
O 13-11.	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 13-14.	+ +	+	+ + +	+ + +
O 13-15.	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 13-16.	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 13-17.	+	+	+	+
O 13-18.	o	+	+ + +	+ + +
O 16-1..	+	+	+ +	+ +
O 16-2..	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 16-3..	+	+ + +	+ + +	+ + +
O 16-4..	+	+ +	+ +	+ +
O 16-5..	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 16-9..	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 16-11.	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
O 16-12.	+	+ +	+ +	+ +

Étude détaillée de quelques types caractéristiques des formes levures observées.

Cette étude a porté sur les 13 souches précédemment indiquées dont 9 provenaient de la fromagerie O. et 4 de la fromagerie Cy.

Formation de voiles ou d'anneaux. Dimensions cellulaires.

Dans le tableau III sont rassemblés les résultats les plus saillants de l'examen des cultures et ceux de la mensuration des cellules (culture sur lactosérum liquide).

TABLEAU III. — PREMIÈRES CARACTÉRISTIQUES DES FORMES LEVURES TYPES. — FORMATION DE VOILES OU D'ANNEAUX. — DIMENSIONS DES GLOBULES DE LEVURE.

DÉSIGNATION des SOUCHES.	FORMATION		DIMENSIONS DES GLOBULES (EN μ).	
	DE VOILES.	D'ANNEAUX.	GRAND DIAMÈTRE.	PETIT DIAMÈTRE.
O 1.....	—	+	5 –6,5	4,5
O 3.....	—	—	5 –7	2,5–4
O 12.....	—	+	3,5–5	2,5–3,5
O g.....	—	+	3,5–5	2,5–3,5
Cy 1.....	—	+	5 –6,5	2,5–3
Cy 7.....	+	—	3,5–5	3,5–5
O 13–14.....	+	—	7	4,5–5
O 13–17.....	—	+	3,5–5	3,5–5
O 13–18.....	—	+	2,5	2,5
O 16–1.....	—	+	4,5	4,5
O 16–4.....	—	+	3,5	3,5
Cy 3.....	—	+	2 –2,5	2 –2,5
Cy 6.....	—	+	3,5	2,5–3,5

La plupart des souches que nous avons retenues présentent donc des globules de forme ronde ou ovale légèrement allongée. Quelques-unes sont cependant assez nettement allongées

Colonies géantes.

Les colonies géantes obtenues après quatre jours sur lactosérum gélosé ont donné les aspects rassemblés dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — ASPECT DES COLONIES GÉANTES DES FORMES LEVURES TYPES.

DÉSIGNATION DES SOUCHES.	ASPECT DES COLONIES GÉANTES.
O 1.....	Colonie à bords plats réguliers, blanchâtre, étalée.
O 3.....	Colonie à bords plats réguliers, centre déprimé, blanchâtre, étalée.
O 12.....	Colonie à bords réguliers, blanche, étalée.
O g.....	Colonie dentelée, blanche, volumineuse.
Cy 1.....	Colonie blanchâtre, volumineuse, un peu étalée.
Cy 7.....	Colonie lisse à bords réguliers, blanche, épaisse.
O 13–14..	Colonie frisée, grisâtre, étalée.
O 13–17..	Colonie blanchâtre.
O 13–18..	Colonie blanchâtre, très adhérente au milieu.
O 16–1...	Colonie pâle, sèche.
O 16–4...	Colonie blanche, compacte.
Cy 3.....	Colonie blanche à bords nets et réguliers, épaisse.
Cy 6.....	Colonie blanche, mamelonnée, bords nets et réguliers.

Sporulation.

Les essais de sporulation souvent répétés au cours de trois années d'étude soit sur blocs de plâtre soit sur milieu de Gorodkowa ont toujours été négatifs.

Températures optima.

Les souches étudiées ont été cultivées sur lactosérum à diverses températures. D'après les indications fournies par le dosage du lactose résiduel, nous avons pu dresser le tableau suivant des températures optima :

Tableau V. — Températures optima des formes levures types.

DÉSIGNATION DES SOUCHES.	TEMPÉRATURES OPTIMA.
O 1	20–27 C.
O 3	20–27 C.
O 12	20–37 C.
O g	20–37 C.
Cy 1	20–37 C.
Cy 7	20–37 C.
O 13–14	27 C.
O 13–17	27 C.
O 13–18	27 C.
O 16–1	20 C.
O 16–4	27 C.
Cy 3	27 C.
Cy 6	27 C.

Températures mortelles.

Des cultures des différentes souches sur lactosérum, en ampoules, ont été portées les unes à 60° pendant cinq minutes, les autres à 55° pendant cinq minutes ou à 52° pendant cinq minutes.

Toutes les souches résistaient à 52° pendant cinq minutes, toutes étaient détruites par un séjour de cinq minutes à 55° C.

Action sur les sucres.

Nous avons étudié les produits de l'attaque du lactose par les souches du premier groupe, ceux de l'attaque du glucose par les souches du second groupe. Tous les types furent également cultivés sur maltose afin d'obtenir un caractère supplémentaire qui ne manque pas d'intérêt au point de vue de la systématique.

Le tableau VI rassemble tous les renseignements fournis par ces expériences.

L'examen du tableau VI permet de constater :

1° Que les souches étudiées, à l'exception d'une seule, ne se montrent pas actives dans l'attaque du maltose;

2° Que les souches (attaquant faiblement le lactose) se distinguent par leur inégale activité vis-à-vis du glucose;

3° Que les souches du premier groupe peuvent détruire à peu près totalement le lactose d'un lactoserum normal avec formation de notables quantités d'alcool et d'acide.

Afin de préciser ce dernier point et de nous rendre compte si nous étions en présence de véritables ferments alcooliques du lactose nous avons effectué des cultures sur lactosérum enrichi en lactose (voir tableau VII) et nous avons pu constater : 1° que O^{12}, Cy^{1} et Cy^{7} sont nettement plus actifs comme ferments du lactose que O^{1}, O^{3}; 2° que les plus actifs de ces ferments peuvent donner jusqu'à 4° d'alcool aux dépens du lactose.

TABLEAU VI. — ACTION DES LEVURES TYPES SUR QUELQUES SUCRES.

	ÂGE DE LA CULTURE (en jours).	SUCRE UTILISÉ o/oo.	ALCOOL FORMÉ o/oo.	ACIDITÉS EN SO^4H^2 o/oo. TOTALE.	VOLATILE.	FIXE.	ÉTHERS VOLATILS en acétate d'éthyle.	RAPPORT sucre consommé/ levure formée.
	—	—	—	—	—	—	—	—
1° Culture sur lactosérum (52,75 °/oo de lactose).								
Témoin...	//	0	0	0,82	0,16	0,66	//	//
O 1.....	45	52,75	22,8	1,338	0,697	0,641	0,105	28,4
O 3.....	49	50,77	21,6	1,338	0,719	0,619	0,105	31,7
O 12.....	52	52,75	23,04	1,39	0,712	0,672	0,139	30,2
O 9.....	54	52,75	20,64	0,93	0,436	0,495	0,105	19,2
Cy 1.....	58	52,75	22,5	0,640	0,283	0,357	0,188	20,2
Cy 7.....	59	52,75	17,52	0,582	0,188	0,394	0,105	18,5
2° Culture sur touraillon glucosé à 48 °/oo.								
Témoin...	//	0	0	0,194	//	//	//	//
O 13-14..	70	48,0	6,84	0,698	0,326	0,372	0,073	10,5
O 13-17..	75	12,6	0,6	0,465	0,080	0,385	0,052	3,6
O 13-18..	77	48,0	8,28	0,349	0,152	0,197	0,052	9,5
O 16-1...	81	8,85	0,54	0,355	0,066	0,289	0,053	2,8
O 16-4...	83	16,05	4,74	0,235	0,147	0,088	0,105	4,8
Cy 3.....	66	17,1	6,96	0,291	0,072	0,219	0,052	5,9
Cy 6.....	68	23,1	8,76	0,291	0,225	0,066	0,115	8,4
3° Culture sur touraillon maltosé à 44 °/oo.								
Témoin...	//	0	0	0,800	//	//	//	//
O 1.....	87	3,32	0	0,661	0,054	0,607	//	1,8
O 3.....	87	4,07	0	0,735	0,054	0,679	//	2,1
O 12.....	88	4,07	0	0,588	0,082	0,506	//	2,2
O g.....	89	6,87	0	0,661	0,091	0,570	//	2,5
Cy 1.....	90	5,37	0	0,514	0,063	0,451	//	2,6
Cy 7.....	91	6,12	0	0,220	0,091	0,129	//	2,4
O 13-14..	92	1,82	0	0,220	0,082	0,138	//	//
O 13-17..	93	8,75	0,15	0,367	0,082	0,285	//	2,9
O 13-18..	93	44	0,75	0,294	0,082	0,212	//	6,9
O 16-1...	97	12,5	0,9	0,441	0,054	0,387	//	//
O 16-4...	98	6,13	0,82	0,367	0,054	0,313	//	//
Cy 3.....	91	6,12	0,67	0,367	0,091	0,276	//	2,3
Cy 6.....	92	3,32	0	0,294	0,073	0,221	//	//

TABLEAU VII. — ACTION DE QUELQUES LEVURES TYPES SUR LE LACTOSE.
CULTURES SUR LACTOSÉRUM À 103 GR. 5 °/₀₀ DE LACTOSE.

SOUCHES ÉTUDIÉES.	ÂGE DES CULTURES en jours.	LACTOSE CONSOMMÉ °/₀₀.	ALCOOL FORMÉ °/₀₀.	ACIDITÉ EN SO^4H^2 °/₀₀.		
				TOTALE.	VOLATILE.	FIXE.
O 1....	14	67,88	31,6	1,65	0,34	1,31
O 3....	14	59,55	27,6	1,53	0,38	1,15
O 12...	14	81,63	38,0	1,57	0,42	1,15
O g....	14	67,25	31,6	1,65	0,42	1,23
Cy 1....	14	97,92	44,0	1,73	0,54	1,19
Cy 7....	14	85,38	40,3	1,57	0,34	1,23

Action sur l'acide lactique en présence de lactose.

Les différentes formes types ont été cultivées sur lactosérum amené, par addition d'acide lactique, soit à 125° DORNIC, soit à 220° DORNIC. On a pu ainsi déterminer leur action tant sur le lactose que sur l'acide lactique dans les conditions de la double expérience ainsi réalisée.

Les résultats obtenus sont confrontés dans le tableau VIII, où les chiffres expriment le lactose ou l'acide lactique consommé pour 100 de lactose ou d'acide à l'origine.

TABLEAU VIII. — ACTION SIMULTANÉE DES LEVURES TYPES SUR LE LACTOSE ET L'ACIDE LACTIQUE.

LEVURES ÉTUDIÉES.	CULTURES DE 3 JOURS SUR LACTOSÉRUM À 125° DORNIC.		CULTURES DE 8 JOURS SUR LACTOSÉRUM À 220° DORNIC.	
	Lactose disparu.	Acide disparu.	Lactose disparu.	Acide disparu.
O 1.....	83,8	7,1	6,0	1,9
O 3.....	81,8	0,0	11,5	1,9
O 12.....	100,0	7,1	29,0	0,0
O g.....	58,0	7,1	1,8	1,9
Cy 1.....	100,0	0,0	22,5	3,8
Cy 7.....	100,0	7,1	25,3	0,0
O 13,14.....	2,8	85,7	1,8	21,5
O 13,17.....	4,1	42,8	0,0	1,9
O 13,18.....	2,8	7,1	3,2	0,0
O 16,1.....	4,1	21,4	0,0	1,9
O 16,4.....	1,4	14,2	1,8	0,0
Cy 3.....	2,8	10,7	3,2	1,9
Cy 6.....	1,4	14,2	0,0	1,9

L'examen des chiffres du tableau VIII fait ressortir très nettement les deux groupes de formes levures que nous avons distingués dès l'origine. Il montre en outre que les levures qui font fermenter le lactose ont une action peu marquée sur l'acide lactique, tandis que les levures qui ne font pas fermenter le lactose *détruisent en général vigoureusement cet acide.*

Résistance au sel.

Dans des boîtes de PÉTRI contenant du lactosérum gélosé et salé à 5 ou 10 p. 100, nous avons ensemencé les diverses souches que nous avions étudiées et déterminé le temps au bout duquel devenaient apparentes les colonies.

Les résultats de ces déterminations sont groupés dans le tableau IX.

Tableau IX. — Résistance des levures au chlorure de sodium.

Souches étudiées.	5 °/₀ NaCl. Développement visible après	10 °/₀ NaCl. Développement visible après
	heures.	heures.
O 1.....	48	60
O 3.....	48	60
O 12.....	48	60
O g.....	48	60
Cy 1.....	48	pas de développement à 60
Cy 7.....	48	60
O 13-14...	60	pas de développement à 60
O 13-17...	48	60
O 13-18...	60	60
O 16-1....	60	60
O 16-4....	48	60
Cy 3.....	48	60
Cy 6.....	48	60

Ces chiffres expliquent que le salage puisse assurer la prédominance des formes levures à la surface des fromages avant l'apparition du Penicillium.

Action sur la caséine dans le lait.

Cultivés sur du lait stérile en tubes, à 30° C., les 13 types microbiens étudiés ont pour la plupart exercé une action visible sur la caséine du lait. Mais cette action ne devient appréciable qu'au bout d'un temps qui dépasse de beaucoup la durée de la première phase de la maturation.

Dans le tableau X nous avons indiqué par le signe + la peptonisation visible de la caséine du lait, par O l'absence de modification apparente :

Tableau X. — Action des levures types sur la caséine dans le lait.

Souches étudiées.	Après 50 jours.	Après 120 jours.
O 1.....	+	+
O 3.....	+	+
O 12.....	+	+
O g.....	+	+
Cy 1.....	+	+
Cy 7.....	+	+
O 13-14...	+	o
O 13-17...	o	+
O 13-18...	o	o
O 16-1....	+	+
O 16-4....	o	o
Cy 3.....	o	+
Cy 6.....	+	+

Le tableau X montre que toutes les levures du premier groupe sont peptonisantes pendant que 4 seulement sur 7 du second groupe avaient nettement attaqué la caséine du lait dans des cultures de cent vingt jours.

Coordination et interprétation des observations précédentes.

1° Les formes levures étudiées sont toutes asporogènes. Nous les rangerons donc avec Guilliermond dans le groupe des non-saccharomycètacées.

2° L'ensemble de leurs caractères et notamment la forme des cellules, leur manière de se comporter sur milieux liquide (pas de voiles ou voiles muqueux très légers), leur aptitude à faire fermenter certains sucres, permettent de les rapprocher du genre *Torula*. Sur les treize types étudiés, seul $O^{13.14}$ pourrait à la rigueur être considéré comme appartenant au genre *Mycoderma* en raison de sa forme allongée et de son aptitude à former dès le début de son développement des voiles très nets sur les liquides de culture. Mais nous avons dit qu'il subsiste des doutes au sujet de l'aptitude de cette souche à la sporulation.

3° Parmi les formes *Torula* étudiées, une distinction bien nette s'établit entre celles qui font fermenter le lactose et celles qui ne font pas fermenter ce sucre. Cette distinction correspond en outre à une manière différente de se comporter vis-à-vis de l'acide lactique. D'une manière générale, aux concentrations de 10 à 12 grammes d'acide par litre, les formes *Torula* du deuxième groupe sont beaucoup plus actives que celles du premier groupe en tant qu'agents de destruction de l'acide lactique, et cette aptitude les rend particulièrement propres à vivre en symbiose avec les ferments lactiques.

4° Dans chacun des deux groupes précédents, on ne relève entre les différentes souches que des différences d'ordre assez secondaire comme celles qui ont trait à la résistance aux fortes doses d'acidité ou de sel ou bien encore à des détails relevés dans l'aspect des colonies géantes. L'identification de chacune de ces souches avec des espèces déjà décrites est par ailleurs assez difficile.

5° On peut se demander si dans chacun des deux groupes ci-dessus indiqués on ne se trouve pas en présence de différentes races adaptées à un même mode de vie mais issues d'un certain nombre de types primitifs différents. Avant de se prononcer sur la question des distinctions d'espèces, nous pensons donc qu'il vaut mieux attendre des études nouvelles. De même, une seule des souches étudiées par nous s'étant montrée capable de faire fermenter le maltose, nous préférons jusqu'à plus ample informé ne pas constituer un troisième groupe parmi les formes *Torula* vivant normalement sur les Camemberts.

Conclusion.

Nous avons donc démontré que des camemberts d'excellente qualité peuvent être régulièrement obtenus dans un type de fabrication où la maturation débute régulièrement par une phase caractéristique où la flore fongique superficielle est constituée presque uniquement de formes *torula*.

Nous pensons d'autre part que cette phase initiale est indispensable à la bonne marche de l'affinage. Elle correspond en effet à une conjoncture sélective qui tend à limiter les végétations précoces et exubérantes d'*oïdium* avec tous les inconvénients, bien connus des praticiens, qu'elles entraînent.

Rappelons encore, pour terminer que nous ne nous sommes préoccupés dans ce

travail, que de l'évolution des formes levures à la surface des camemberts. Ce phénomène n'a rien de commun avec la formation des cavités dues aux dégagements gazeux que produisent les levures de lactose lorsqu'elles envahissent toutes les masses du caillé dans les fromageries mal tenues.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1889. Duclaux (E.). — *Le Lait,* p. 292.

2. 1926. Hammer (B. W.). — Les levures et les produits de laiterie. (*Journ. of Dairy Science,* vol. IX, n° 6, 1926, p. 507-511; *Le Lait,* 1929, p. 655.)

3. 1926. Huesmann (A.). — Sur la morphologie et la physiologie de quelques levures sauvages importantes en fromagerie. (*Milch. Forschungen,* t. III, n° 4, p. 313-349; *Le Lait,* 1929, p. 773.)

4. 1910. Maze (P.). — Technique fromagère. (*Ann. Inst. Pasteur,* p. 405.)

5. 1922. Redfield (H.). — La détermination des levures et des moisissures dans la crème et dans le beurre. (Creamery and Milk Plant Monthyl, vol. XI, n° 4; *Le Lait,* 1923, p. 315.)

6. 1926. Slobodska-Zaykowska (N.). — L'action conservatrice des levures lactiques sur les bactéries lactiques. (*Biochemische Zeitsch.,* t. CLXIX, p. 77-92; *Le Lait,* 1929, p. 391 et 1085.)

7. 1928. Truper (E.). — Sur les levures faisant fermenter le lactose dans le lait. (*Milch. Forschungen,* t. VI, p. 351-402; *Le Lait,* 1931, p. 962.)

CHROMORÉSISTANCE ET ENROBAGE PHOSPHOCALCIQUE DES MICROBES CHAUFFÉS DANS LE LAIT

PAR

M. G. GUITTONNEAU,
Professeur à l'Institut agronomique,
Directeur du Laboratoire national
des Industries laitières et de fermentations.

Mlle M. BEJAMBES,
Chef de travaux au Laboratoire national
des Industries laitières et de fermentations.

Introduction.

Dans un travail antérieur, l'un de nous en collaboration avec Mlle J. BRIGANDO (1), a défini une résistance de certains microorganismes aux colorants usuels, acquise par un chauffage énergique dans le lait cru.

Nous retiendrons de ce travail les faits suivants : chauffés dans du lait écrémé cru, pendant une heure à 100° ou vingt minutes à 120°, un certain nombre de microorganismes ne se colorent plus par les techniques habituelles et se détachent en blanc sur le fond teinté des tableaux microscopiques (phénomène de l'image blanche).

Cette chromorésistance apparait également quand on effectue les chauffages d'épreuve dans une pseudo-solution à pH 6,7 du complexe caséinate de calcium + phosphate de calcium. Elle cesse au contraire de se manifester lorsque le chauffage a lieu dans du lait ayant subi au préalable un chauffage énergique ou quand la coloration est précédée d'un traitement à l'acide acétique dilué.

De ces données expérimentales, il était naturel de déduire que la chromorésistance est en relation avec une altération thermique des complexes phosphocaséinatiques du lait cru. Mais l'ensemble des faits énoncés ne nous permettait pas de choisir parmi les hypothèses qui se présentaient à l'esprit relativement à la nature et au mécanisme du phénomène étudié.

Pour rechercher de nouvelles précisions, nous avons jugé nécessaire de limiter le cadre de nos études au cas d'une seule espèce microbienne, *Streptococcus Thermophilus Orla Jensen* (5) et d'une seule technique de coloration, l'action du bleu de méthylène en solution aqueuse saturée. Mais, en retour, nous nous sommes attachés à améliorer les méthodes de recherche de manière à préciser le plus possible le sens de nos observations. Les résultats de nos travaux ont déjà fait l'objet d'une note à l'Académie des Sciences (3).

Dans le présent mémoire, nous nous proposons d'exposer avec plus de détails :

a. Les améliorations que nous avons apportées à la technique expérimentale ;

b. Les résultats que ces améliorations nous ont permis d'obtenir.

Mise au point d'une nouvelle technique de recherches.

Les améliorations que nous avons apportées à la technique antérieurement décrite ont trait :

Aux préparations microscopiques ;

A la séparation des corps microbiens.

Préparations microscopiques.

Rappelons que dans les premiers essais les examens microscopiques étaient effectués sur des suspensions microbiennes dans du lait, soit avant, soit après les chauffages d'épreuve. Avant le chauffage, les examens portaient donc sur des frottis de microorganismes en suspension dans du lait cru et le fond de la préparation était constitué par l'extrait sec de ce lait cru. C'est au contraire sur un extrait sec de lait déjà altéré par le chauffage que se détachaient les microbes présentant le phénomène de l'image blanche. Le fond des préparations n'était pas identique dans les deux cas et on pouvait se demander si cette non-identité n'intervenait pas elle-même directement dans la différenciation qui s'établissait entre les aspects des tableaux microscopiques observés.

Pour éliminer cette objection, nous avons modifié comme il suit notre technique d'examen : après chauffage, les microbes sont séparés par centrifugation puis remis en suspension dans du lait écrémé cru avec lequel on prépare les frottis. L'examen microscopique montre que ce mode opératoire ne modifie en rien la formation des images blanches. Or, dans les deux cas, le fond des préparations reste rigoureusement semblable à lui-même (extrait sec du lait cru) et la différence observée dans la teinte des images ne peut être expliquée que par une modification propre de la cellule microbienne, apparue au cours du chauffage.

Ce nouveau mode de préparation, tel qu'il vient d'être défini, a été appliqué à tous les examens microscopiques dont il sera question par la suite.

Séparation des corps microbiens.

Le *Sc. Thermophilus* est entretenu par repiquages quotidiens sur lait écrémé stérilisé. Quelques heures après le repiquage, l'acidité produite est suffisante pour faire cailler le lait et les microorganismes sont enrobés dans un coagulum lactique. C'est sur ce coagulum simplement débarrassé de son acidité par lavages, qu'ont porté les premiers essais. Il nous est apparu que cette technique était insuffisante et que nous aurions accompli un grand progrès si nous parvenions à expérimenter sur des microbes absolument débarrassés de tout débris caséinatique provenant du coagulum formé dans la culture, donc sans protection vis-à-vis des traitements que nous leur ferions subir. De plus, il nous serait alors possible de faire varier à notre guise le nombre des microorganismes mis en œuvre.

La solubilisation de la caséine par les bicarbonates alcalins devait nous permettre de franchir une nouvelle étape dans les améliorations que nous avions envisagées. L'expérience suivante ne laisse aucun doute à cet égard :

Expérience préliminaire n° 1. — Une culture sur lait écremé de *Sc. thermophilus* est centrifugée et, sur le culot, nous opérons deux prises d'essai : l'une est lavée à l'eau jusqu'à

complète élimination de l'acide lactique, l'autre est malaxée avec une solution de bicarbonate de soude à saturation. Par centrifugation, puis deux ou trois lavages suivis de centrifugation, on sépare les microorganismes du caillé qui les englobait. Les deux prises d'essai sont mises en suspension dans du lait cru et chauffées dans les mêmes conditions. La chromorésistance des microorganismes se manifeste dans les deux cas, peut-être même plus nettement après le traitement au bicarbonate.

Cette expérience, répétée bien souvent et toujours avec le même succès, a servi de base à la mise au point d'une méthode de séparation des corps microbiens que nous avons définitivement adoptée.

Technique adoptée pour la séparation des corps microbiens.

Le *Sc. Thermophilus* est ensemencé dans des flacons contenant 100 centimètres cubes de lait écrémé stérilisé. Après quinze à seize heures de séjour à l'étuve à 45°, le caillé

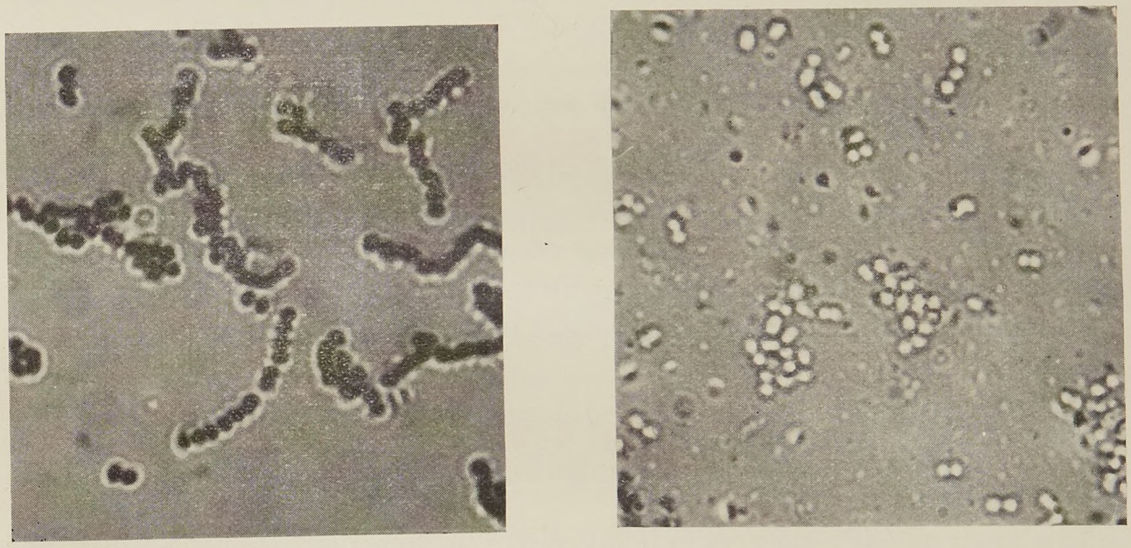


Fig. 1.

Sc. thermophilus en suspension dans le lait avant chauffage.

Sc. thermophilus en suspension dans le lait après chauffage.

(Grossissement 2.400 environ.)

est brisé, puis réparti entre deux godets. Quinze minutes de centrifugation à 6.000 tours/minute suffisent à séparer le lactoserum des culots qui englobent la majorité des microorganismes. Chacun de ces culots est trituré au mortier avec 25 centimètres cubes de CO^3 NaH à saturation. On centrifuge, et on effectue deux ou trois lavages à l'eau distillée suivis de centrifugations. Les microbes sont ensuite mis en suspension dans du lait cru bactériologiquement propre, à raison de 100 millions de germes par centimètre cube au maximum et chauffés une heure à 100° ou vingt minutes à 120°.

Les photogrammes I et II ont été obtenus en partant de streptocoques séparés suivant cette technique.

Des essais ultérieurs nous ont démontré que l'on peut remplacer la solution de bicarbonate par une solution de carbonate neutre de sodium à 8 p. 100 ou de soude à 4 p. 100 ou d'ammoniaque à 4 p. 100. La technique est exactement la même, les résultats tout-à-fait comparables et on élimine ainsi non seulement la caséine, mais aussi les caséinates.

Résultats obtenus par la mise en œuvre de la technique nouvelle.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'état chromorésistant des microorganismes se manifeste lorsque le chauffage d'épreuve a lieu dans une pseudosolution à pH 6,7 du complexe caséinate de Ca + phosphate de Ca. Il est donc logique d'admettre que la modification envisagée peut résulter d'un dépôt de nature phosphatique, caséinatique ou phosphocaséinatique.

Le fait même qu'il s'agit d'une chromorésistance cadre mal avec les deux dernières hypothèses, puisque la caséine et les complexes caséinatiques du lait fixent fortement le bleu de méthylène.

L'étude des traitements en milieu alcalin devait nous permettre de trancher définitivement cette question.

Sur les traitements alcalins des microbes chromorésistants.

Des streptocoques rendus chromorésistants par chauffage dans le lait puis séparés par centrifugation sont traités par une solution alcaline de nature à dissoudre les caséinates et les complexes caséinatiques : solution décinormale de soude ou d'ammoniaque. Après lavage à l'eau distillée, on constate qu'ils n'ont rien perdu de leur chromorésistance

La chromorésistance est donc indépendante de tout enveloppement caséinatique ou phosphocaséinatique.

Sur les traitements acides des microbes chromorésistants.

Nous avons antérieurement rappelé que si la coloration des microbes chauffés dans le lait était précédée d'un traitement des préparations à l'acide acétique dilué, les corps microbiens retenaient le colorant. Il en est de même si les streptocoques chromorésistants sont mis en suspension dans l'eau distillée et soumis pendant une demi-heure à un barbotage de gaz carbonique à raison d'une bulle à la seconde environ.

Un traitement acide, même ménagé, suffit donc à faire cesser l'état chromorésistant.

Particulièrement instructive, l'étude des solutions où avait eu lieu le barbotage de CO^2 devait nous apporter les plus intéressantes précisions sur la cause recherchée de la chromorésistance.

Détermination qualitative des éléments dissous par traitement au gaz carbonique.

En traitant ces liquides par l'oxalate d'ammoniaque en milieu acétique, on obtient un précipité d'oxalate de calcium. En les traitant par le nitromolybdate d'ammonium en milieu nitrique, on provoque la formation d'un précipité jaune de phosphomolybdate d'ammonium.

L'action de CO^2 a donc déterminé la solubilisation de P et de Ca. Pour trancher la question de savoir si ces éléments se trouvaient dans le liquide soit partiellement, soit totalement sous forme minérale, des essais quantitatifs s'imposaient.

Détermination quantitative du phosphore et du calcium dissous par le gaz carbonique.

Nous rapportons ci-après le détail d'une de ces déterminations :

Expérience 2. — Les Streptocoques mis en œuvre proviennent de 500 centimètres cubes d'une culture sur lait. Ils sont préparés par la technique habituelle, chauffés dans le lait cru une heure à 100°, séparés du lait par centrifugation, lavés à la soude décinormale, puis à l'eau. On vérifie qu'ils sont bien chromorésistants. Ils sont ensuite mis en suspension dans 100 centimètres cubes d'eau distillée, agités soigneusement, et répartis en deux prises de 50 centimètres cubes chacune. Dans l'une, A on fait barboter un courant de CO^2 à raison d'une bulle à la seconde; dans l'autre, B on fait passer à la même vitesse un courant d'air débarrassé de CO^2.

Après une heure, on arrête les barbotages et on vérifie par un examen microscopique que : en A les Streptocoques ne sont plus chromorésistants; en B l'agitation provoquée par le passage de l'air n'a, au contraire, modifié en rien leur chromorésistance.

Dans chaque essai, on sépare très soigneusement les microbes par centrifugation à 6.000 tours/minute, on filtre et on amène les liquides en expérience à un volume connu.

Le liquide provenant du barbotage carbonique est divisé en deux fractions de 25 centimètres cubes : A^1 et A^2; celui où a barboté l'air en deux fractions de 25 centimètres cubes : B^1 et B^2.

Dans A^1 et B^1, on dose le calcium par précipitation à l'état d'oxalate en milieu acétique et le phosphore est précipité sous forme de phosphomolybdate de baryum en milieu sulfurique suivant la technique indiquée par Posternak (6).

Dans A^2 et B^2, les mêmes précipitations sont effectuées mais après minéralisation des éléments en solution par le mélange sulfonitrique.

Le tableau suivant, dans lequel P et Ca sont exprimés en milligrammes et rapportés à la totalité des prises d'essai A et B donne les résultats de ces essais.

TRAITEMENTS DE LA SUSPENSION MICROBIENNE.		ÉLÉMENTS DOSÉS. Ca.	P.	$\frac{Ca.}{P.}$
		—	—	—
Barbotage de CO^2	Sans minéralisation.	5,7	3	1,9
	Après minéralisation.	5,4	2,7	2
Barbotage d'air	Sans minéralisation.	traces.	traces.	//
	Après minéralisation.	//	//	//

De ces chiffres, on peut conclure :

1° Que c'est l'action acidifiante de CO^2 qui a solubilisé le Ca et le P puisque le barbotage d'air n'a entraîné aucune solubilisation de ces éléments;

2° Que cette solubilisation de Ca et de P s'est faite sous la forme minérale puisque les dosages effectués avant et après minéralisation donnent des résultata dont les différences sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience;

3° Que le calcium et le phosphore solubilisés dans le liquide sous la forme minérale s'y trouvent en proportions telles que le rapport $\frac{Ca}{P}$ est très voisin de celui qui correspond

à un phosphate tricalcique de formule $(PO^4)^2Ca^3$. (Pour $(PO^4)^2Ca^3$, $\frac{Ca}{P} = 1{,}935$.)

Tout se passe donc comme si le chromorésistance était due à un enrobage phosphocalcique des corps microbiens.

Confirmation indirecte du rôle des phosphates calciques du lait dans le phénomène étudié.

Nous avons rappelé précédemment qu'un lait préalablement soumis à un chauffage énergique est incapable de provoquer la chromorésistance des ferments lactiques. Il est logique de penser que ce fait est en rapport avec une modification survenue dans l'état des phosphates calciques du lait à la faveur des premiers traitements thermiques. On peut dès lors se demander si un lait chauffé puis rechargé en phosphate calcique colloïdal ne deviendrait pas de nouveau propre à rendre par chauffage les Streptocoques chromorésistants. Dans l'affirmative, on aurait apporté une présomption nouvelle en faveur de l'idée d'un enrobage phosphocalcique. L'expérience suivante montre que cette idée doit être retenue.

Expérience 3. — Un échantillon de lait est chauffé une heure à 100°. On s'assure qu'il est incapable de rendre les Streptocoques chromorésistants. Sous agitation mécanique, on le traite par un lait de chaux en quantité telle que le calcium ajouté à 100 centimètres cubes de lait représente 50 milligrammes (dose moyenne de Ca uni au Phosphore dans 100 centimètres cubes de lait). Sans interrompre l'agitation, on ajoute très lentement une solution d'acide phosphorique à 1/5 jusqu'à obtention d'un pH égal à 6,7.

Soumis aux chauffages d'épreuve habituels dans le lait ainsi rechargé en phosphate calcique, les streptocoques deviennent chromorésistants, exactement comme s'ils avaient été chauffés dans du lait frais.

Caractérisation directe d'un phosphate calcique à la surface des corps microbiens chromorésistants.

Nous avons cherché à confirmer encore les résultats précédents en caractérisant directement les phosphates calciques à la surface des corps microbiens par des méthodes microchimiques. Nous avons appliqué à notre cas particulier les techniques habituellement utilisées dans les coupes. Parmi différentes méthodes essayées, celle de Kossa (4) nous a donné d'excellents résultats. Nous l'avons appliquée à des frottis de Streptocoques rendus chromorésistants par chauffage dans le lait. Ceux-ci sont lavés d'abord à l'ammonaque, puis à l'eau; ils sont fixés à l'alcool et finalement soumis pendant une demi-heure à l'action d'une solution de nitrate d'argent à 5 p. 100 à la lumière du jour.

Après lavage à l'eau, on examine le frottis au microscope. Les streptocoques sont colorés en brun. Traités dans les mêmes conditions, mais non chauffés dans le lait et non chromorésistants, les streptocoques ne présentent aucune coloration.

Sur les rapports de l'enrobage avec la membrane microbienne.

L'enrobage adhère fortement à la surface des cellules microbiennes. Nous avons vu qu'un barbotage d'air, même prolongé, ne peut l'en détacher. Nous avons en outre contrôlé qu'il en est de même d'une agitation d'un quart d'heure avec des billes de

verre. Il ne saurait donc être question d'un simple dépôt de phosphate sur la cellule microbienne.

L'expérience 4 montre d'autre part qu'il ne s'agit pas davantage d'une combinaison de phosphate calcique avec la membrane de la cellule microbienne.

Expérience 4. — Des microorganismes enrobés par chauffage dans le lait sont mis en suspension dans l'eau distillée et traités par un courant de CO^2. Leur revêtement est dissous et ils cessent d'être chromorésistants. Séparés, lavés, puis chauffés à nouveau dans du lait frais, ils redeviennent chromorésistants du fait d'un deuxième enrobage qui peut à son tour être dissous et remplacé, dans les mêmes conditions que précédemment, par un troisième et ainsi de suite. L'enrobage phosphocalcique n'altère donc pas la membrane microbienne.

Ces faits sont incompatibles avec l'hypothèse d'une combinaison chimique entre le phosphate calcique et la membrane microbienne. Ils cadrent, au contraire, parfaitement avec l'idée que la couche externe de cette membrane retient les phosphates par adsorption. D'après l'aspect des tableaux microscopiques fidèlement reproduits dans le photogramme I, il apparaît d'ailleurs que cette couche externe, dont la nature est vraisemblablement hémicellulosique, prend, dans les conditions de nos essais, un développement tel qu'elle évoque l'idée d'une amorce de capsule, idée déjà suggérée dans une étude antérieure (2).

Conclusion.

Les nouvelles études rapportées dans ce mémoire établissent en fin de compte que la chromorésistance des cellules de *Sc. Thermophilus* acquise par chauffage dans le lait frais est due à l'adsorption par la membrane de la cellule microbienne des phosphates calciques du lait qui tendent à se libérer du milieu colloïdal à la faveur des traitements thermiques.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1936. Guittonneau (G.) et M^lle^ Brigando (J.). — Sur une résistance aux colorations de certains corps microbiens acquise par chauffage dans le lait. (*C. R. Acad. Sc.*, 202, p. 1622 à 1624.)

2. 1936. Guittonneau (G.) et M^lle^ Brigando (J.). — Observations relatives à la coloration des microbes préalablement chauffés dans le lait. (*Le lait*, t. XVI, p. 577 à 587.)

3. 1937. Guittonneau (G.) et M^lle^ Bejambes (M.). — Chromorésistance et enrobage phosphocalcique des microbes chauffés dans le lait. (*C. R. Acad. sc.*, 205, p. 1013 à 1015.)

4. 1921. Kossa. — Nachweis von Kalk. Ziegler's Beitr. XXXIX, d'après Langeron. (*Précis de microscopie*, 1921, p. 795.)

5. 1919. Orla-Jensen (S.). — The lactic acid Bactéria, p. 136.

6. 1920. Posternak (S.). — Sur le dosage de petites quantités d'acide phosphorique à l'état de phosphomolybdate de baryum en présence et en l'absence du phosphore en combinaison organique. (*Bull. Soc. Chim.* XXVII, p. 507 à 518 et 564 à 568.)

LES LEVURES FROIDES

par G. Percher,

Directeur de la Station de recherches viticoles et œnologiques de Colmar.

Les vins d'Alsace sont «secs», c'est-à-dire que normalement ils ne doivent plus contenir de sucre. Or, il arrive assez souvent, dans nos régions, qu'un hiver rigoureux succède à un été particulièrement chaud. Il s'ensuit que dans certaines caves les fermentations languissent, s'arrêtent même, les levures étant alors gênées tant par l'abaissement de la température que par l'élévation progressive du titre alcoolique qui peut, exceptionnellement il est vrai, atteindre et dépasser 15°.

Nous possédons déjà des levures d'Alsace, sélection de la Station (P. G. S. = levures de Pinot Gris provenant des domaines Schwartz), dont le «plafond» alcoolique est de 17 à 18° d'alcool. Ces levures mènent la fermentation très rapidement, tout en ne nuisant en rien aux qualités organoleptiques des vins.

Nous nous sommes alors proposé d'accoutumer ces levures au froid, dans l'espoir de résoudre la difficulté de fermentation signalée ci-dessus, et peut-être aussi d'améliorer la qualité des vins, tout au moins en ce qui concerne ce qu'on appelle «le moelleux», «le fondu», «le velouté».

Dans ce but, depuis la fin de 1933, nous rajeunissions des levures P. G. S. non plus à l'étuve ou à la température ordinaire, mais au frigidaire, à une température oscillant entre — 2° et + 2°. Ce faisant, nous avons constaté que, même à cette température, la levure se multipliait normalement et donnait lieu à une fermentation lente mais continue. En novembre 1935, nous tentions de vinifier au frigidaire, sous l'action de ces «levures froides» et à une température de — 2° :

1° Un moût de Pinot, origine Guebwiller, densité : 1.091, 208 grammes de sucre (méthode Bertrand).

2° Un moût de Gewurztraminer, origine Guebwiller, densité : 1.091, 212 grammes de sucre (méthode Bertrand).

Pour chaque moût, l'expérience fut menée comparativement, sous l'action :

1° De cette levure P. G. S., multipliée au frigidaire et dite P. G. S. F. (Pinot Gris, Schwartz, Frigidaire);

2° D'une autre levure, également multipliée au frigidaire et dite S. S. F. (Sylvaner, Schwartz, Frigidaire);

(Ces deux levures, produits de sélection de la Station.)

3° D'une levure d'Assmanshausen;

4° D'une levure de Herrliberg;

(Ces deux dernières levures, accoutumées au froid, produits de sélection des stations de recherches suisses.)

5° Et enfin de la levure P. G. S., fonctionnant comme témoin à la température normale.

Les fermentations, mises en route par pied de cuve le 4 novembre 1935, marchèrent très régulièrement, mais aussi très lentement, comme l'indique le graphique ci-après.

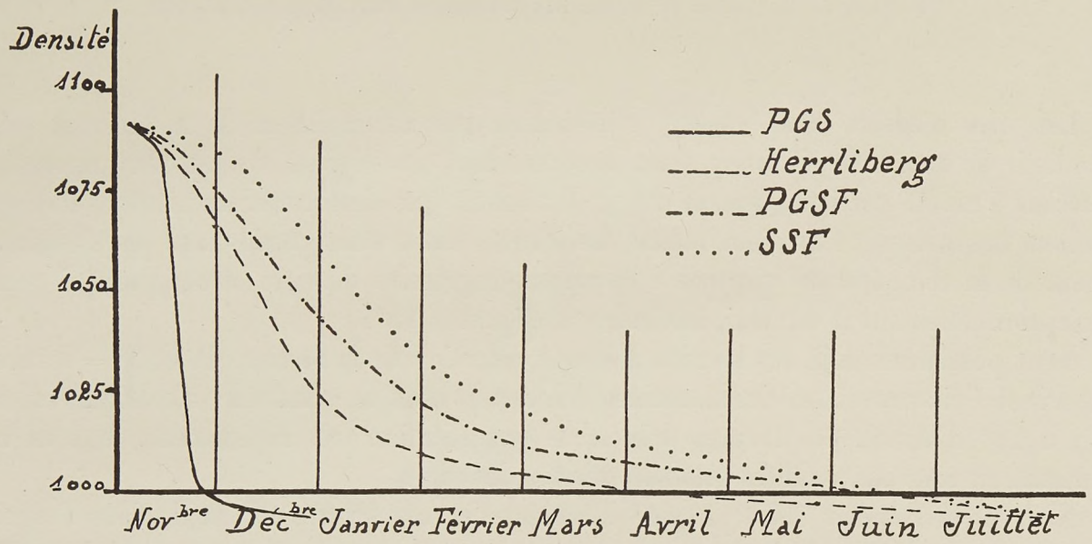


Fig. 1. — Graphique des fermentations.

Pour alléger ce graphique, nous n'y avons porté que les courbes relatives à la fermentation du Pinot sous l'action :

1° De la levure P. G. S. (témoin),

2° De la levure P. G. S. F.,

3° De la levure S. S. F.,

les courbes données tant par les autres levures que par le Gewurtztraminer étant absolument comparables à celles mentionnées ci-dessus, à l'exception,

4° De celle donnée par le Gewurtztraminer sous l'action de la levure de Herrliberg, qui a dû ainsi faire l'objet d'une courbe spéciale.

(Nous nous trouvons d'ailleurs là devant une anomalie que nous n'avons pu expliquer, cette levure de Herrliberg ayant donné avec le Pinot une courbe en tous points comparable à celles des autres levures froides.)

A l'analyse, les vins ainsi obtenus ont donné les résultats suivants :

GEWURZTRAMINER 1935.

	P. G.S. 18 (TÉMOIN).	P. G. S. F.	S. S. F.	R. A. F.	hg.
	—	—	—	—	—
Densité	991,9	994,4	996,3	996,6	996,5
Alcool	12°85	12°2	12°3	12°1	12°
Sucre	3,6	8,25	10,6	11,5	11,5
Acidité totale exprimée en acide sulfurique	3,3	2,8	2,7	2,8	2,7
Acidité totale exprimée en acide tartrique	5,1	4,3	4,2	4,3	4,2
Acidité volatile	0,6	0,3	0,4	0,35	0,35
Acidité fixe	2,7	2,6	2,55	2,65	2,45
Acide sulfureux libre	0,025	0,015	0,020	0,020	0,020
Acide sulfureux total	0,240	0,120	0,160	0,130	0,150
Acide tartrique total	2,08	1,7	1,4	1,6	1,6
Acide tartrique libre	0,67	0,44	0,06	0,36	0,36
Bitartrate	1,23	1,14	1,32	1,14	1,14
Potasse totale	3,87	4,43	4,33	4,05	3,96
Sulfates	<1	<1	<1	<1	<1
Extrait œnobarométrique	18,9	22,5	26,5	26,6	26,2
Extrait sec à 100°	20,05	26,05	29,1	29,9	29,7
Extrait sec à 100° réduit	18,45	18,80	19,5	19,4	19,2
Cendres	2,15	1,95	2,05	1,87	1,95
Glycérine	7,77	8,28	8,28	8,38	8,37

PINOT 1935.

	P. G. S. 18 (TÉMOIN).	P. G. S. F.	S. S. F.	R. A. F.	hg.
	—	—	—	—	—
Densité	994,2	998,4	997,4	997,8	992,4
Alcool	12°76	12°4	12°3	12°58	12°76
Sucre	3,4	13,0	11,5	11,0	1,5
Acidité totale exprimée en acide sulfurique	4,9	4,1	4,2	4,1	4,2
Acidité totale exprimée en acide tartrique	7,5	6,2	6,4	6,2	6,4
Acidité volatile	0,45	0,4	0,4	0,25	0,15
Acidité fixe	4,4	3,9	3,9	4,0	4,05
Acide sulfureux libre	0,030	0,025	0,020	traces.	traces.
Acide sulfureux total	0,260	0,180	0,150	0,100	0,080
Acide tartrique total	2,26	1,42	1,32	1,51	1,7
Acide tartrique libre	0,59	0,45	0,29	0,52	0,59
Bitartrate	1,51	0,85	0,95	0,85	0,95
Potasse totale	4,33	3,67	3,79	3,67	3,77
Sulfates	<1	<1	<1	<1	<1
Extrait œnobarométrique	23,0	30,5	28,6	30,1	19,7
Extrait sec à 100°	26,85	35,17	33,45	31,8	23,15
Extrait sec à 100° réduit	24,45	23,17	22,95	21,8	22,65
Cendres	2,225	2,225	1,8	2,05	2,0
Glycérine	12,32	11,39	11,62	11,38	11,52

Au point de vue chimique, leur composition est très normale. Comparativement au témoin, les vins de levures froides présentent tous :

1° Une forte baisse d'acidité, qui, pour la plupart de nos vins, ne peut le plus souvent que présenter des avantages. Cette baisse d'acidité s'explique par la forte précipitation de tartre que le long séjour des vins au frigidaire a provoqué ;

2° Un excédent de sucre restant de 5 à 10 grammes suivant les vins.

Si pour des vins blancs de 12° d'alcool couverts, une teneur de 8 à 13 grammes de sucre restant n'a rien d'exagéré, voire de désagréable, il n'en est pas moins vrai que de tels vins ne répondent plus au type d'Alsace « secs » qui jusqu'alors était seul admis. Mais les années exceptionnelles de 1934 et 1935 ont montré, que certains grands

vins d'Alsace ne sont pas forcément « secs » ; ils peuvent très bien présenter des teneurs de 15, 20 et 25 grammes de sucre, avec, il est vrai, des titres alcooliques de 16°5 et 17°5.

Quoi qu'il en soit, l'énorme majorité des vins de cette région est du type « sec ». Si dans les conditions de notre expérience, les levures froides que nous avons sélectionnées et étudiées se sont toutes montrées incapables de transformer en alcool les derniers dix grammes de sucre, il ne faut toutefois pas perdre de vue, d'une part, qu'à ce moment, le titre alcoolique du milieu était de 12° et d'autre part, que la température était maintenue à une moyenne de 0°. En pratique, jamais ces deux conditions ne se trouvent simultanément et pour un si long laps de temps. Aussi ces « levures froides », qui reportées à la température normale d'une cave (10 à 12°) ont finalement fait disparaître les derniers grammes de sucre excédentaires, peuvent donc rendre de grands services dans notre région.

Les quantités de sucre consommé par degré d'alcool sont respectivement de :

	P. G. S.	P. G. S. F.	S. S. F.	ASSMANS-HAUSEN.	HERRLI-BERG.
	—	—	—	—	—
Pinot	16,1	15,7	15,9	15,7	16,2
Gewurztraminer	16,2	16,7	16,3	16,5	16,6

Le rendement est donc excellent puisqu'il descend même au-dessous des 16 gr. 44 de sucre interverti nécessaires, d'après le bilan de Pasteur, à la formation de 1° d'alcool et qu'il se rapproche même du chiffre théorique de 15 gr. 67 tiré de la formule classique de la fermentation alcoolique établie par Dumas et Boulay.

Il semblerait en outre que, dans ces vins de « levures froides », la teneur en glycérine [1] varierait en sens contraire du rendement en alcool. Le bilan de Pasteur serait donc à revoir pour ces fermentations à basse température.

[1] Les dosages de glycérine ont tous été faits à l'acide periodique (méthode de Fleury et Fatôme).

L'EXTRAIT SEC DES VINS

par G. Percher,

Directeur de la Station de recherches viticoles et œnologiques de Colmar.

La Convention internationale pour l'unification des méthodes d'analyse des vins dans le commerce international (Rome, le 5 juin 1935) comprend dans son Annexe A le paragraphe suivant, relatif au dosage de l'extrait sec :

« L'extrait sec sera déterminé par la méthode densimétrique en se basant sur le poids spécifique du vin à 15° et sur celui du distillat alcoolique à 15°. Dans l'expression du résultat, il sera indispensable, en attendant les conclusions des comparaisons en cours et une entente ultérieure à ce sujet, d'indiquer la formule utilisée pour tirer de ces données la valeur de l'extrait sec (Formule d'Ackermann, de Houdart, de Dujardin-Salleron, de Roussopoulos, etc.). L'écart entre deux résultats ne pourra dépasser 0,5 par litre. »

La méthode œnobarométrique de Dujardin-Salleron donnant des résultats variant d'un extracto-œnomètre à un autre, et pour un même appareil, tantôt supérieurs, tantôt inférieurs à l'extrait sec obtenu après six heures de bain-marie à 100°, avec une marge bien supérieure à 0,5 par litre (jusqu'à 3 gr. par litre), nous nous sommes mis en devoir d'étudier la méthode de Houdart :

$(D - D') K =$ Extrait ;
D étant la densité du vin à 15° ;
D' la densité d'un mélange hydroalcoolique de même titre que le vin ;
K étant un coefficient fixé par Houdart à 2,062.

L'emploi de ce coefficient (2,062) ne nous a pas donné de résultats constants et comparables à ceux obtenus par la méthode officielle (extrait sec à 100°). Nous avons alors essayé de déterminer pour les vins d'Alsace, la valeur de ce coefficient.

Pour ceci, nous avons repris nos cahiers d'analyses et relevé 170 vins dont nous possédions la densité à 15°, le titre alcoolique et l'extrait sec à 100°. Pour chaque vin, la valeur de K fut calculée en fonction de sa teneur en extrait sec. Cette valeur, loin d'être constante, varie de 2,591 à 1,079 ; la valeur moyenne est de 2,198. La marge est évidemment beaucoup trop grande pour qu'on puisse songer à l'utiliser.

Nous avons cru voir, sans que les renseignements que nous possédons sur ces vins nous permettent de le contrôler, une relation entre la variation de la valeur de K, la reconstitution du vignoble d'Alsace, les rendements de récolte et l'encépagement,

les rendements de récolte varieraient sensiblement en fonction des progrès de la reconstitution, la valeur de K en sens inverse, ce qui nous paraîtrait assez normal. Voici d'ailleurs quelques chiffres :

	1920-1921.	1929-1930.	1934-1935.
Rendement/Ha.....	24 Hl.	60 Hl.	75 Hl.
K (moyen)..	2,345	2,130	2,018

Devant ce nouvel échec, nous nous sommes proposés d'étudier d'autres méthodes. Et tout d'abord, nous avons cru devoir contrôler la méthode dite officielle (extrait sec après 6 heures de bain-marie à 100° — 20 cm³ de vin dans une capsule de platine à fond plat de 55 millim. de diamètre sur 25 millim. de hauteur) qui nous sert pour ainsi dire d'étalon.

Les principales critiques faites à cette technique sont les suivantes :

1° L'extrait ainsi obtenu est variable suivant l'état hygrométrique de l'air;

2° Il y a des pertes en glycérine.

La première de ces critiques nous semble de peu de valeur. En effet, quel que soit l'état hygrométrique de l'air au jour de l'analyse, par suite même du mode d'évaporation (au bain-marie bouillant), les couches d'air au voisinage des capsules sont toujours à un état hygrométrique très voisin de 100. En outre, le refroidissement des capsules à l'exsiccateur doit pouvoir régulariser les petites variations qui peuvent subsister.

La seconde critique a, au contraire, retenu toute notre attention. Pour nous rendre compte de l'ordre de grandeur de ces pertes en glycérine, nous avons tamponné une série de vins avec une quantité très exactement connue de glycérine; puis, sur chacun, nous avons déterminé l'extrait sec à 100°.

Tableau I.

VINS.	GLYCÉRINE PURE ajoutée en gr./litre.	EXTRAIT SEC À 100°.	PERTES.	EXTRAIT dans LE VIDE À 50°.	ERREURS.
N° 1.....	0,0	24,3	–	28,70	–
N° 1 B.....	6,73	30,2	0,83	35,80	+ 0,37
N° 2.....	0,0	25,175	–	29,2	–
N° 2 B.....	6,50	30,00	1,675	36,0	+ 0,3
N° 3.....	0,0	30,65	"	35,3	–
N° 3 B.....	6,79	35,4	2,04	42,9	+ 0,81
N° 4.....	0,0	33,1	–	38,9	–
N° 4 B.....	6,65	38,0	1,75	45,6	+ 0,05
N° 5.....	0,0	23,65	–	27,9	–
N° 5 B.....	6,35	29,075	0,925	34,4	+ 0,15
N° 6.....	0,0	27,15	–	30,0	–
N° 6 B.....	6,55	31,85	1,85	37,30	+ 0,75
N° 7.....	0,0	32,428	–	36,1	–
N° 7 B.....	6,61	37,85	1,188	43,0	+ 0,29
N° 8.....	0,0	30,75	–	34,4	–
N° 8 B.....	6,59	35,95	1,39	41,0	+ 0,01
			$\Sigma = -1,456$		$\Sigma = +0,34$

(1) Pour tous nos dosages de glycérine, nous avons employé la méthode de Fleury et Fatôme, à l'acide périodique, qui nous a donné d'excellents résultats, l'erreur maximum étant de 0,91 p. 100.

Ces résultats sont tout à fait comparables à ceux obtenus en son temps par Laborde et viennent donc justifier la critique faite à cette méthode, quant aux pertes en glycérine qu'elle entraîne.

Dans l'espoir de trouver mieux, nous nous sommes alors tournés vers l'extrait dans le vide. Nous inspirant des travaux de Blarez, Laborde et Rocques, après maints essais, nous nous sommes arrêtés à la technique suivante :

Mettre 5 centimètres cubes de vin dans une capsule de verre de 75 millimètres de diamètre et la placer dans un exsiccateur à vide, en présence d'acide sulfurique. Faire le vide dans l'exsiccateur et le porter à l'étuve à 50° pendant 48 heures. Maintenir au besoin le vide en repassant l'appareil de temps à autre sous la trompe. Après ce temps, laisser refroidir et faire rentrer l'air dans l'exsiccateur (air séché par passage à travers une colonne de chlorure de calcium fondu).

Les résultats obtenus sont consignés au tableau I.

Les extraits obtenus par cette méthode sont légèrement supérieurs à ceux calculés. (Écart moyen + 0.34.) La précision serait, au signe près, sensiblement quatre fois plus grande que celle donnée par la méthode dite « officielle ».

Les extraits ainsi obtenus présentant tous un écart positif avec les extraits calculés, nous nous sommes demandé s'ils devaient être considérés comme *secs*. En prolongeant le séjour à l'exsiccateur nous arrivons alors aux résultats suivants :

Tableau II.

EXTRAITS DANS LE VIDE À 50°.

VINS.	APRÈS 48 HEURES.			ÉCARTS	APRÈS 60 HEURES.			ÉCARTS	APRÈS 120 HEURES.		
	TROUVÉS.	CALCULÉS.	ERREURS.	TROUVÉS.	TROUVÉS.	CALCULÉS.	ERREURS.	TROUVÉS.	TROUVÉS.	CALCULÉS.	ERREURS.
N° 1	28,70	–	–	0,3	28,40	–	–	0,5	27,90	–	–
N° 1 B	35,80	35,43	+ 0,37	0,4	35,40	35,13	+ 0,37	1,0	34,40	34,63	– 0,23
N° 2	29,20	–	–	0,2	29,00	–	–	0,5	28,50	–	–
N° 2 B	36,00	35,7	+ 0,30	0,2	35,80	35,5	+ 0,30	0,9	34,90	35,0	– 0,1
N° 3	35,30	–	–	0,4	34,90	–	–	0,7	34,20	–	–
N° 3 B	42,90	42,09	+ 0,81	0,6	42,30	41,69	+ 0,61	0,9	41,40	40,99	+ 0,41
N° 4	38,90	–	–	0,3	38,60	–	–	0,7	37,90	–	–
N° 4 B	45,60	45,55	+ 0,05	0,2	45,40	45,25	+ 0,15	1,1	44,30	44,55	– 0,25
N° 5	27,90	–	–	0,2	27,70	–	–	0,8	26,90	–	–
N° 5 B	34,40	34,24	+ 0,15	0,5	33,90	34,04	– 0,14	1,0	32,90	33,24	– 0,34
N° 6	30,00	–	–	0,0	30,00	–	–	0,5	29,50	–	–
N° 6 B	37,30	36,55	+ 0,75	0,2	37,10	36,55	+ 0,55	0,7	36,40	36,05	+ 0,35
N° 7	36,10	–	–	0,0	36,10	–	–	0,7	35,40	–	–
N° 7 B	43,00	42,71	+ 0,29	0,9	42,10	42,71	– 0,61	0,2	41,90	42,01	– 0,11
N° 8	34,40	–	–	0,6	33,80	–	–	0,2	33,60	–	–
N° 8 B	41,00	40,99	+ 0,01	0,2	40,80	40,39	+ 0,41	0,3	39,70	40,19	– 0,49
			Σ = + 0,34	0,32			Σ = + 0,20	0,66			Σ = – 0,09

Pour un séjour à l'exsiccateur passant de 48 heures à 60 heures, la somme des écarts entre les extraits trouvés et les extraits calculés, passe des + 0,34 à + 0,20. Elle diminue donc légèrement tout en restant positive. Le gain de précision ainsi obtenu est par ailleurs contrebalancé par le fait que sur 8 échantillons, deux présentent des erreurs négatives.

Si nous prolongeons le séjour à l'exsiccateur jusqu'à 120 heures, la somme des écarts devient négative (– 0,09), avec deux écarts positifs sur huit. Il y a donc alors des pertes très nettes. A quoi doit-on les attribuer? Uniquement à la glycérine, comme nous l'avons

fait pour calculer les erreurs de la méthode? Nous ne le croyons pas et nous nous rangeons volontiers, faute de temps pour contrôler le fait, aux côtés de nos collègues yougoslaves qui se sont intéressés à cette question, en attribuant cette perte tant à la glycérine qu'à l'acide lactique.

En tout cas, un point est acquis, c'est que par la méthode que nous indiquons, l'extrait sec d'un vin peut, en 48 heures être déterminé avec une approximation par excès de 0,2 à 0,3 gramme par litre.

Si cette méthode peut paraître longue, elle se prête toutefois bien au travail en série, un grand nombre d'extraits pouvant être menés de front. C'est ainsi que personnellement, nous avons mené des séries de 24 extraits sans rencontrer la moindre difficulté. Cette méthode doit du reste être perfectible sur bien des points : la vitesse entre autres.

LE MANGANÈSE DANS LES VINS DE VITIS VINIFERA

ET LES VINS D'HYBRIDES

par M. Flanzy et L. Thérond,
Station de recherches viticoles et œnologiques de Narbonne.

Introduction.

La présence du manganèse dans les végétaux et le rôle physiologique qu'il paraît devoir y remplir ont fait l'objet de très nombreux travaux; mais il est remarquable de constater que l'étude de cet oligoélément n'a été que trop rarement appliquée à la vigne et au vin.

Pour la vigne : Leclerc (A.) signalait le premier en 1872 la présence constante du manganèse dans le cep de vigne (tiges et racines) et le marc de raisin (13).

Ensuite Pichard (P.) constatait en 1898 que les graines des plantes phanérogames — dont le raisin — étaient parmi les plus riches du règne végétal en cet élément (16). Il est regrettable que l'auteur ne précise pas s'il s'agit du grain de raisin ou du pépin.

En 1905 Gossl en Allemagne (8) confirme les recherches de A. Leclerc. A leur tour Jadin (A.) et Astruc (A.) établissaient en 1912-1913 la présence du manganèse dans les organes de la vigne (9); de même Bertrand (G.) et Mme Rosenblatt en 1921 (2) et Dubuisson (M.) en 1929 (5).

Pour le vin : Maumène (E.) constatait en 1884 la présence du manganèse dans les vins (14). Mais l'imprécision de la technique employée (1), la variabilité des chiffres trouvés font croire à cet auteur à une présence et à un rôle accidentels du manganèse. Signalons ensuite les travaux de Paturel (G.) en 1907 sur la composition des vins en manganèse (15).

Dès lors, la présence de cet élément n'est plus discutée et son rôle physiologique est admis.

A la même époque Kayser (E) et Marchand (H.) se préoccupent de l'influence du sulfate de manganèse sur l'allure et les produits de la fermentation alcoolique (11). Mais ces recherches sont exécutées avec l'eau de touraillons plus ou moins sucrée. Ce n'est qu'en 1913 que Kayser (E.) et Demolon (A.) apportent au rôle du manganèse une contribution oenologique (10)

(1) Maumène semble avoir basé les appréciations sur la coloration des cendres (manganate vert) et de leur solution en milieu acide (permanganate rose).

Ces études sont reprises par Lara (J.-B.) en 1915-1916 (12).

En pathologie œnologique Bertrand (G.) et Sazerac (R.) constatent en 1913, l'action favorable du manganèse sur la fermentation acétique (3). Signalons encore les observations d'ailleurs hypothétiques de Fonzes-Diacon et J. Ventre sur les casses dites ferrico-manganiques. Enfin la récente note de l'un de nous sur le manganèse et les maladies aérobies du vin paraît terminer la liste des travaux consacrés au manganèse (6).

Objet et but de cette étude.

On peut constater que cet oligoélément n'a pas donné lieu en Œnologie à de profondes recherches, soit qu'il s'agisse de l'élaboration du raisin, soit encore de la fermentation alcoolique, soit enfin de la composition des vins, de leur vieillissement et de leurs maladies.

Notre étude est limitée à la détermination de la teneur en manganèse des vins d'origines les plus diverses : vins de *Vitis Vinifera,* vins *d'Hybrides anciens et nouveaux*. Nous aurons ainsi une documentation comparative qui peut être de quelque utilité. Pour les vins de *Vitis Vinifera* on a d'ailleurs constaté combien la documentation est rare et les résultats contradictoires. Au point qu'un doute subsiste sur les doses physiologiques du manganèse dans les vins. Il nous a paru nécessaire de les établir. Pour les vins d'hybrides une telle documentation est inexistante. Il est déjà intéressant de l'établir. Mais l'intérêt de cette documentation s'accroît singulièrement en faisant intervenir ici les conséquences de la législation viticole française : celle-ci interdit la plantation des vieux plants hybrides Noah, Othello, Clinton, Isabelle, Herbemont, Jacquez. Mais en attendant leur disparition totale, les vins correspondants devaient, à l'origine, être distillés ; malheureusement un trop grand nombre se consomme frauduleusement en nature. La distinction analytique de tous ces vins par leurs microéléments et en particulier par le manganèse pouvait offrir un réel intérêt.

De telles études exigeaient l'authenticité indiscutable des échantillons. Cette condition, facile à réaliser pour les vins de notre région, l'a été pour tous les autres grâce à l'extrême amabilité de : M. Ferre, Directeur de la Station œnologique de Beaune, M. Guérin, Inspecteur à Nantes de la Confédération générale des Vignerons et de M. Couderc, Pépiniériste à Aubenas (Ardèche).

Enfin, nous avons fait nous-mêmes et fait effectuer des prélèvements de raisins de producteurs directs anciens : Noah, Herbemont, Clinton, Othello et Jacquez, dont nous avons assuré la vinification avec et sans macération au laboratoire même.

Recherches du manganèse dans les vins.

Méthode de dosage.

La recherche et le dosage du manganèse dans les vins constituent des opérations relativement simples, mais extrêmement délicates. Il convient en particulier d'apporter une grande attention à la préparation des cendres, à la dissolution totale des sesquioxydes formés, comme à la disparition totale de toute trace de matière organique.

L'emploi de réactifs et de récipients également exempts de traces de manganèse, le contrôle très fréquent des liqueurs titrées, sont des conditions rigoureuses pour l'obtention de résultats précis.

Notre technique est une combinaison de la méthode G. Bertrand (1) et de la méthode P. Cheramy et A. Lemos (4). De la première nous avons retenu la destruction de la matière organique par calcination et la transformation du manganèse en MnO^4K. La calcination s'est révélée dans le cas des vins, des raisins et des divers organes de la vigne plus pratique, mais aussi sûre que le mode de destruction nitrosulfoperchlorique de Kahane. De la deuxième nous avons appliqué le dosage volumétrique de MnO^4K. La technique employée comprend les trois opérations suivantes : Minéralisation, Formation de MnO^4K, Dosage de MnO^4K.

Minéralisation. — 100 centimètres cubes de vin sont évaporés doucement au bain de sable. Le résidu est ensuite calciné à la température du rouge sombre jusqu'à disparition du résidu charbonneux. Ainsi que l'a signalé G. Bertrand, il est rare, même lorsque la calcination paraît complète qu'il ne subsiste pas dans les cendres quelques traces de charbon. Quant au manganèse il s'y trouve, au moins en partie, à l'état de sesquioxyde, très difficile à dissoudre. Pour parer à ces deux inconvénients, les cendres refroidies sont traitées par 2 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/5^e. On évapore lentement au bain-marie, on reprend à nouveau par 2 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/5^e, puis on ajoute dans la capsule 10 gouttes d'acide sulfurique à 60° B. On remue pour que ce dernier acide soit mélangé intimement à tout le résidu.

Dans ces conditions la silice, s'il y en a, est insolubilisée. On chauffe un instant à feu nu jusqu'à l'apparition de fumées blanches. A ce moment l'acide chlorhydrique est entièrement éliminé du milieu, ce qui est obligatoire pour la suite du dosage.

Formation de MnO^4K. — Le résidu est repris par 30 centimètres cubes d'une solution à 10 p. 100 de bisulfate de potassium. On écrase bien le dépôt avec un agitateur à bout aplati. Après vingt minutes de contact et de fréquentes agitations, le tout est centrifugé. Le liquide clair, parfois légèrement opalescent, est décanté. On rince la capsule, le dépôt est remis en suspension avec 15 centimètres cubes de solution de bisulfate. On centrifuge et l'on recommence ce lavage et cette centrifugation une deuxième fois. Les liquides centrifugés sont réunis dans une fiole conique de 125 centimètres cubes. Ils y occupent un volume de 60 centimètres cubes environ.

Ce mélange est alors additionné de 5 centimètres cubes de SO^4H^2 rigoureusement pur à 60° B., de 5 gouttes de NO^3Ag à 10 p. 100 et de 0 gr. 300 de persulfate de potassium. Les particules de persulfate qui peuvent adhérer sur les parois du col sont entraînées par 5 centimètres cubes d'eau distillée, ce qui porte le volume total à 70 centimètres cubes environ. On agite. Le flacon est alors porté dans une étuve réglée à 50-60° ; on l'y laisse pendant trente minutes. La température de l'étuve est ensuite élevée progressivement à 100°. Celle-ci étant atteinte, la fiole est portée sur une flamme modérée. L'ébullition commence ; on la maintient pendant une minute. La fiole est ensuite retirée et abandonnée au refroidissement.

En suivant tous ces détails opératoires, la formation de MnO^4K, si délicate d'ordinaire, devient tout à fait sûre et la transformation du manganèse en MnO^4K est intégrale. Elle se traduit par l'apparition de la coloration rose caractéristique, ou violacée si les doses de manganèse sont élevées.

Il est évident qu'à ce point de la méthode un dosage colorimétrique pourrait être effectué suivant la technique G. Bertrand. Cet auteur a précisé la limite de sensibilité de la coloration : une solution de métal au 1/20.000.000e est encore nettement rose quand elle est examinée sous un volume de 100 centimètres cubes. A cette concentration, la coloration est encore apparente dans les 70 centimètres cubes du liquide analysé. Il est facile de calculer qu'une telle concentration correspond à :

$$\frac{1000^{mgr} \times 70 \times 1}{20.000.000} = 0 \text{ milligr. } 0035 \text{ de manganèse.}$$

Dosage de MnO^4K. — Le dosage n'est opéré que dans les essais où la coloration rose apparaît. Le liquide refroidi est additionné de 5 centimètres cubes d'une dilution à 1 p. 100 d'eau oxygénée officinale titrée par rapport à MnO^4K N/100. La coloration rose ou violette disparaît. On ajoute la solution permanganique N/100 jusqu'à apparition de la teinte rose, soit : n cc ; N représentant le nombre de centimètres cubes de solution permanganique correspondant aux 5 centimètres cubes de la solution oxygénée, N — n représente le volume en centimètre cube de MnO^4K N/100 correspondant au manganèse présent dans le prélèvement. Comme 1 centimètre cube de solution de MnO^4K n/100 correspond à 0 milligr. 109 de manganèse, la quantité X de manganèse contenue dans le prélèvement est égale à :

$$X = 0 \text{ milligr. } 109 \text{ (N} - \text{n)}.$$

Ce dosage peut être effectué avec une précision de 3/100 de centimètre cube, soit avec une approximation de 0 milligr. 0036.

Si l'acide chlorhydrique n'était pas entièrement chassé au cours de la préparation des cendres, un précipité de chlorure d'argent apparaîtrait dès l'affusion de l'azotate d'argent. Si ce précipité est très faible, on peut continuer le dosage en augmentant la dose d'azotate d'argent jusqu'à cessation du précipité de chlorure. Mais avant l'affusion de l'eau oxygénée le précipité de chlorure d'argent doit être séparé par filtration ou mieux par centrifugation. Si le précipité de chlorure est abondant, il vaut mieux évaporer à sec, ajouter l'acide sulfurique pour chasser l'acide chlorhydrique et continuer comme il est dit plus haut.

Manganèse dans les vins de Vitis Vinifera.

En examinant les travaux de Maumene (E.) qui dosa cet oligoélément dans un grand nombre de vins provenant non seulement des principales régions de France, mais de l'Europe entière, nous constatons que sur 34 vins examinés, 7 seulement dépassent la teneur de 1 milligramme de manganèse par litre et parmi eux 3 titrent de 6 à 7 milligrammes. Il est surprenant que l'auteur n'ait pas retrouvé des teneurs aussi élevées dans certains autres vins provenant de la même région (Beaujolais) dont certains sols sont riches en manganèse : en effet dans 6 vins la teneur maxima atteint à peine 0 milligr. 4. D'autant que Paturel (G.) signale, pour deux vins issus de vignobles du Beaujolais, les doses de 5 milligr. 2 et 6 milligrammes par litre.

Voici les résultats que nous ont donné 32 vins du département de l'Aude et 3 vins de la Côte-d'Or. (Tableau I.)

TABLEAU I. — MANGANÈSE DANS LES VINS DE VITIS VINIFERA DE 1935-1936-1937.

PROVENANCE.	DEGRÉ ALCOOLIQUE.	ACIDITÉS EN GR. D'ACID. SULF. P/1. Totale.	Volatile.	Fixe.	CENDRES EN GR./1.	Mn en MGR. P/2.	Mn en MG. % des cendres.
Corbières (Aude) :							
Roquefort	"	"	"	"	"	1,30	"
Sigean	"	"	"	"	"	1,4	"
Vin de coupage	"	"	"	"	2,40	0,82	34
Tuchan	11° 5	"	"	"	"	0,60	"
Portel	10° 4	"	"	"	"	1,00	"
Portel	12° 0	4,50	0,60	3,90	2,60	0,90	34
Fitou	"	"	"	"	"	1,50	"
Sigean 1935	"	"	"	"	"	1,20	"
Tuchan	"	"	"	"	"	1,80	"
Saint-Jean-de-Barou	11°	4,20	0,65	3,55	2,30	0,65	28
Roquefort	13°	5,10	0,45	4,65	"	0,46	"
Sigean	11° 45	3,95	0,55	3,40	"	1,35	"
Sigean	11°	4,40	0,60	3,80	"	0,78	"
Moux	12°	5,80	0,40	5,40	2,44	0,87	35
Ornaisons	"	3,80	0,50	3.30	2,25	0,92	41
Minervois (Aude) :							
Pouzols	"	"	"	"	"	2,00	"
Bize	"	"	"	"	"	1,30	"
Villeneuve	"	"	"	"	"	1,70	"
Villeneuve	"	"	"	"	"	1,65	"
Laure	"	"	"	"	"	1,55	"
La Redorte	"	"	"	"	"	1,90	"
Rieux	"	"	"	"	"	2,00	"
Vin de coupage	"	"	"	"	2,44	1,10	45
Plaines et côteaux (Aude) :							
Ouveillan	9° 15	4,60	0,60	4,00	"	0,32	"
Fleury	10°	5,15	0,30	4,85	"	0,80	"
Vinassan	14°	"	"	"	2,30	1,44	61
Cuxac	9° 6	"	"	"	"	1,30	"
Coursan	8° 6	"	"	"	"	0,90	"
Coursan	8° 7	"	"	"	"	0,75	"
Vinassan	11° 5	4,30	0,60	4,00	"	0,35	"
Narbonne	11° 20	4,60	0,35	4,25	2,60	0,40	"
Antugnac	"	"	"	"	"	1,2	"
Côte-d'Or :							
Gamay	"	"	"	"	2,10	1,95	97
Gamay	"	"	"	"	2,0	1,94	97
Aligoté 1937	"	"	"	"	1,90	1,70	90

De l'examen de ces chiffres, il apparaît qu'en général la teneur en manganèse des vins de *Vitis Vinifera* n'atteint que très rarement 2 milligrammes et *jamais ne dépasse ce chiffre;* la teneur moyenne des 35 vins analysés est à peine 1 milligr. 2. Si certaines variations s'observent néanmoins, est-il besoin de souligner que les causes susceptibles d'agir sur la teneur en manganèse des vins sont multiples : cépages, influence probable du sol, conditions météorologiques, influence des façons culturales, apports accidentels de manganèse par les souillures du sol ou la vaisselle vinaire, traitements subis par le vin, etc. Tous ces facteurs devraient faire l'objet d'études particulières.

Toutefois une remarque s'impose pour les vins de l'Aude : c'est la distinction si nette entre les vins du cru Minervois et les vins du cru Corbières par leur titre en manganèse. Ce caractère analytique a d'ailleurs été signalé depuis longtemps.

Manganèse dans les vins d'hybrides,

Il nous a paru intéressant de distinguer les vins d'hybrides en vins d'hybrides anciens, comprenant les vins de cépages prohibés : Noah, Othello, Clinton, Herbemont, Jacquez, et les vins d'hybrides plus récents offrant une proportion plus ou moins élevée de sang américain.

Hybrides producteurs directs nouveaux.

Ces vins sont originaires des départements de l'Aude, de la Loire-Inférieure et de la Côte-d'Or. Les vins de l'Aude proviennent de pépinières où chacun de ces hybrides ne comporte que quelques souches, quelques dizaines tout au plus. Voici les résultats :

Tableau II.

	DEGRÉ ALCOOLIQUE.	ACIDITÉS TOTALE.	ACIDITÉS VOLATILE.	ACIDITÉS FIXE.	CENDRES.	MANGANÈSE EN MGR. p/litre.	MANGANÈSE EN MGR. % de cendres.
	—	—	—	—	—	—	—
Saint-Couat-d'Aude :							
C. 14	9°2	6,30	0,60	5,70	2,35	1,25	53,2
C. 17	8°7	5,85	0,45	5,40	3,50	2,30	65,7
C. 1030	7°8	5,80	0,90	4,90	3,60	2,40	66,7
C. 5455	10°6	9,20	0,25	8,95	2,90	3,20	110,0
C. 7053	8°7	6,20	0,25	5,95	3,50	1,95	55,7
S. 8214	8°75	9,80	1,15	8,65	3,80	2,30	60,5
S. 11803	12°25	7,30	0,40	6,90	3,30	2,05	62
S. 8745	9°2	4,80	0,45	4,35	3,25	1,50	46
B. S. 12.327	8°2	4,90	0,40	4,50	3,40	1,85	54,5
B. S. 12.328	5°6	2,70	0,65	2,05	3,30	1,20	36,4
B. S. 12.401	7°3	5,20	1,50	3,70	3,65	3,50	96
B. S. 12.417	7°6	4,50	0,55	3,95	3,40	2,90	85,3
B. S. 12.426	8°3	9,00	0,15	8,85	3,75	4,85	129
Portel (Aude) :							
S. 2.653 (blanc)	-	–	–	–	–	2,4	"
S. 8.745 (rouge)	-	–	–	–	–	3,0	–
S. 7.162 (rouge)	-	–	–	–	–	4,7	–
Loire-Inférieure (1) :							
H. Seibel	9°2	6,20	0,30	5,90	1,90	1,20	63
H. Seibel	9°6	5,1	0,90	4,20	2,35	5,80	246
H. Castel	10°	5,8	0,55	5,25	2,10	3,50	166
Bertille Seyve	–	4,7	0,60	4,10	1,95	3,40	174
Côte-d'Or :							
Baco 1 1937	–	–	–	–	1,80	1,75	97
Gaillard 1937 n° 2	-	–	–	–	2,10	3,3	157
Couderc 5.455	–	–	–	–	2,36	4,0	175

On remarque que sur *16 vins de l'Aude,* le titre en manganèse varie de 1 milligr. 25 à 2 milligrammes pour 4 vins seulement ; pour tous les autres il est supérieur à 2 milligrammes ; leur teneur moyenne est de 2 milligr. 5, donc supérieure de 1 milligr. 4 à la moyenne des vins de *V. vinifera* du même département. En outre on peut observer que pour un même climat (Portel-Corbières) la différence entre le titre manganique des vins

(1) Notre correspondant n'a pas pu nous préciser les numéros de ces hybrides.

de *V. vinifera* et d'hybrides est plus sensible encore. Dans ces derniers la moyenne est 3 milligr. 3 alors qu'elle atteint à peine 0 milligr. 95 dans les vins de *V. vinifera*. Remarquons encore que le vin de l'hybride S. 8745 planté à Saint-Couat-d'Aude — terrain d'alluvions fluviales — diffère sensiblement du vin de ce même hybride planté à Portel, dans le miocène inférieur.

Enfin pour une même région (Côte-d'Or) la moyenne passe de 1 milligr. 86 pour les 3 vins *V. vinifera;* à 3 milligrammes pour les 3 vins d'hybrides.

Ces résultats montrent l'extrême complexité de la question. D'autant qu'il s'agit d'un hybride franco-américain et que des influences aux causes infimes que nous ne connaissons pas, peuvent finalement faire prédominer tel caractère génétique aux dépens d'un autre.

Pour la Loire-Inférieure, sur 4 vins, un seulement titre moins de 2 milligrammes, la moyenne générale s'établissant à 3 milligr. 7.

Enfin pour la Côte-d'Or les doses s'échelonnent de 1 milligr. 75 à 4 milligrammes, la moyenne générale étant 3 milligr. 35.

Vins d'hybrides producteurs directs anciens (cépages prohibés).

Les dosages ont porté :

1° *Sur des vins de 1937* produits par les cépages prohibés;

2° *Sur des vins vinifiés à la Station* à partir de raisins de ces mêmes cépages : Clinton, Othello, Herbemont, Jacquez, Noah.

Vins de 1937.

Ils sont tous originaires de la Loire-Inférieure, sauf un vin de Clinton qui nous a été adressé de l'Ardèche. Voici les résultats :

Tableau III.

	DEGRÉ ALCOOLIQUE.	ACIDITÉS TOTALE.	ACIDITÉS VOLATILE.	ACIDITÉS FIXE.	CENDRES.	MANGANÈSE EN MGR. par litre.	MANGANÈSE (EN MGR. P/100 GR. des cendres.)
	—	—	—	—	—	—	—
Clinton (Vals-les-Bains).	10°8	6,1	0,75	5,35	2,10	2,40	114,3
Othello (Basse Goulaine)	8°9	5,8	0,35	5,45	2,27	3,25	143
Noah-Bouguenais.....	9°7	7,6	0,40	7,20	1,77	7,85	443,5
Basse-Indre.....	10°25	6,4	0,40	6,00	1,70	7,50	441
Sautron.....	9°5	5,1	0,50	4,60	2,34	6,75	288,8
Sainte-Pazanne....	10°5	5,60	0,80	4,80	2,03	7,40	364,5
Machecoul.....	9°3	6,40	0,45	5,95	1,75	5,35	305,7
Hébergement	9°7	5,80	0,70	5,10	2,52	6,85	272,5
N° 4	11°4	3,80	0,40	3,40	2,63	7,00	265,2
Vallet.....	7,7	7,8	0,35	7,45	2,50	3,60	114
Aigrefeuille.....	8°3	6,0	0,40	5,60	2,55	3,00	117
Vallet.....	10°9	8,0	0,30	7,70	1,95	2,40	123

Dégustation. — Les trois derniers vins ne présentent pas les caractères gustatifs des vins de Noah. Ils sont en effet neutres de goût et d'arôme.

Tous ces vins ont une teneur élevée en manganèse : leur moyenne générale s'élève à 5 milligr. 3 par litre. Sur 12 vins 10 seraient des vins de Noah. Si nous éliminons les trois derniers Noah d'origine douteuse, nous trouvons que la teneur moyenne des vins de Noah atteint 6 milligr. 9, soit presque *6 fois la teneur moyenne des vins de vitis vinifera.*

On remarque que le titre en manganèse des hybrides anciens est plus élevé que celui des hybrides nouveaux. Or ceux-ci sont moins riches en sang américain. S'agirait-il d'un caractère génétique s'atténuant par hybridation?

Vins vinifiés à la Station.

Les raisins sont tous originaires de l'Ardèche sauf les raisins de Noah qui nous sont parvenus de la Loire-Inférieure.

Les raisins mûrs sont éraflés et les grains foulés; une partie des jus est recueillie et mise en fermentation : c'est la vinification sans macération ou en blanc; le jus restant et tout le marc sont mélangés et mis en fermentation : c'est la vinification avec macération.

Les essais ont été réalisés en bocaux de verre préalablement nettoyés à l'acide chlorhydrique et rincés à l'eau distillée. Les bocaux ont été mis à l'étuve à 27° pendant cinq jours. Après une clarification convenable, les vins étaient séparés de leur dépôt, leur densité prise et aussitôt mis en flacons bien pleins et bien bouchés. Nous avons opéré les prélèvements nécessaires sur la partie parfaitement limpide, un dépôt léger et floconneux s'observant à nouveau au fond des fioles.

Voici les résultats :

Tableau IV.

CÉPAGES.	NATURE GÉOLOGIQUE DU SOL.	VINIFICATION.	CENDRES EN GR/1.	MANGANÈSE EN MGR. p/litre.	MANGANÈSE EN MGR. p/100 gr. des cendres.
—	—	—	—	—	—
Herbemont.....	Grès du Trias.....	Sans macération.....	2,84	4,85	171
—	—	Avec macération.....	5,80	7,00	120
Othello.....	—	Sans macération.....	2,45	3,05	124
—	—	Avec macération.....	3,30	7,60	230
Jacquez	Infra Lias.....	Sans macération.....	2,80	8,5	303
—	—	Avec macération.....	6,55	31,5	480
Clinton.....	Grès du Trias.....	Sans macération.....	2,60	2,30	88,5
—	—	Avec macération.....	3,10	7,40	238
Noah 1.....	—	Sans macération.....	3,15	3,2	108
—	—	Avec macération.....	3,30	3,5	106
Noah 2.....	—	Sans macération.....	3,0	2,8	93
—	—	Avec macération.....	3,55	3,5	98

On est frappé par le taux du manganèse dans le vin de Jacquez : 8 milligr. 5, avec la vinification en blanc et 31 milligr. 5 avec la vinification en rouge, alors que les moyennes respectives sont pour l'ensemble des autres vins, 3 milligr. 4 et 7 milligr. 3. Ces moyennes sont de beaucoup supérieures au titre manganique des vins de *V. vinifera*.

Pour le Jacquez, comme il est beaucoup plus coloré que les autres, n'existerait-il pas une relation entre cette intensité colorante et leur titre manganique? De nouveaux essais sur des vins de cépages très colorés sont à poursuivre pour élucider ce point important.

Quant aux vins de Noah, s'ils présentent des doses de manganèse nettement plus élevées que celles des vins de *vitis vinifera*, il est curieux de constater qu'elles sont inférieures à celles de vins de Noah vinifiés à la propriété.

Pouvons-nous voir là une influence du mode de vinification si différent en passant de la pratique au laboratoire? Devons-nous penser à des apports accidentels de ce métal dans les vins de 1937, ce qui n'aurait pas eu lieu au laboratoire? De toute façon cette comparaison ne saurait être rigoureuse car les vins ne sont pas de la même année, des mêmes ceps, des mêmes vignes.

Des essais effectués dans les conditions de la pratique permettront d'expliquer ces différences.

Tous les résultats des tableaux I, II, III, IV sont traduits dans le graphique suivant.

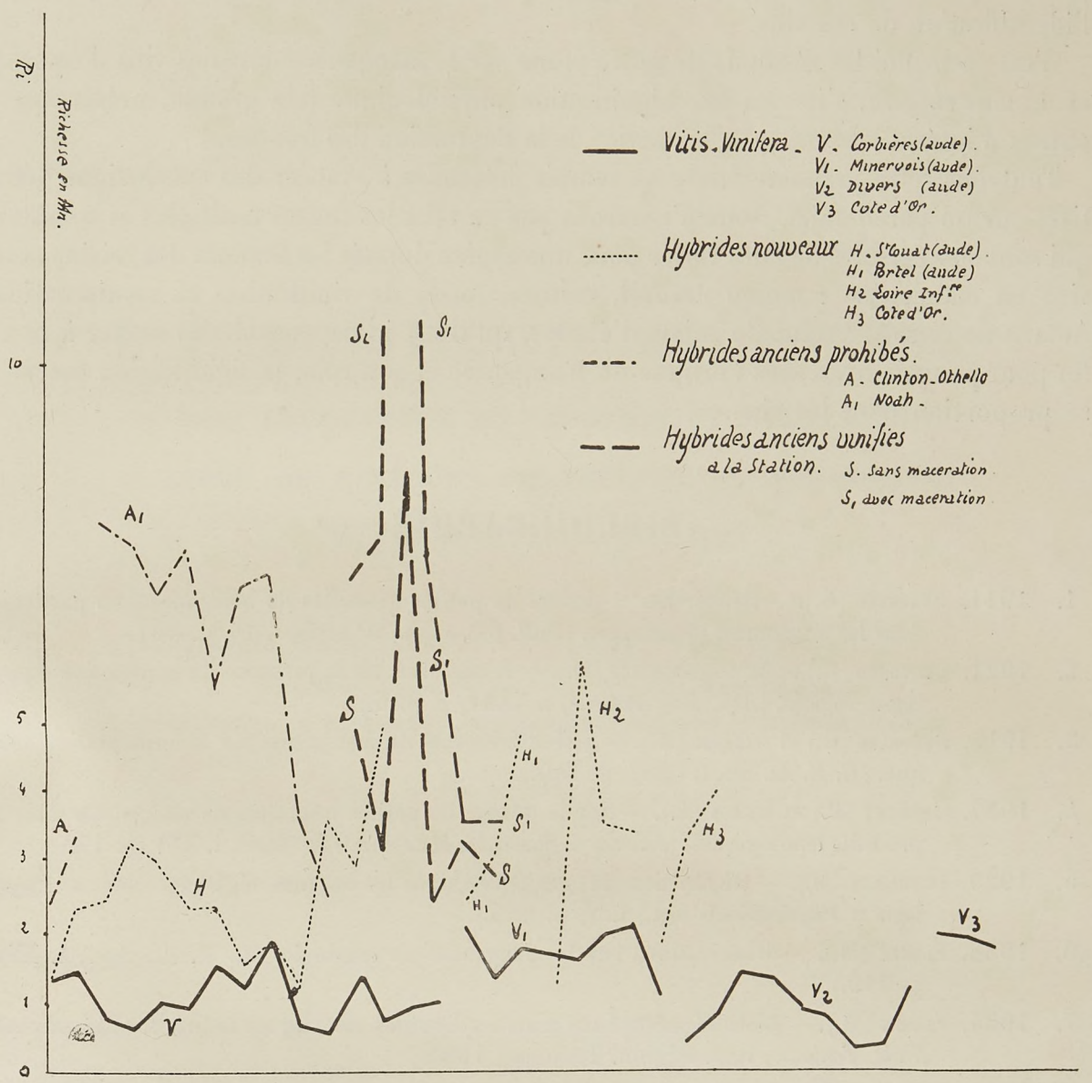


Fig. 1. — Manganèse dans les vins en milligrammes par litre.

On voit combien se distinguent nettement les vins de *vitis vinifera* (Courbes V), des vins d'hybrides et surtout des vins de Noah et de Jacquez (Courbes H-A-S).

Conclusions.

Des résultats que nous venons de présenter, on peut d'abord en dégager la conclusion que les vins d'hybrides examinés possèdent une teneur en manganèse sensiblement plus élevée que celle de nos vins de *Vitis vinifera*. Cette différence s'accuse pour les vins d'hybrides producteurs directs anciens, tous prohibés (Othello, Noah, Herbemont, Clinton, Jacquez), et tout particulièrement pour les vins de Noah et de Jacquez.

Or le marché des vins voit apparaître sous le nom de vin blanc des vins de Noah défoxés et sous le nom de vins rosés des coupages de vins de Noah et de vins rouges. Ces pratiques sont interdites et leur répression est particulièrement difficile. On conçoit par

conséquent que la détection de ces vins, effectuée par un dosage du manganèse, représenterait un moyen de contrôle indiscutablement précieux. On peut en mesurer les conséquences d'ordre fiscal, économique et commercial. Avec la distinction « méthylique » précisée par l'un de nous (7), on disposerait enfin de deux éléments analytiques pour l'identification de ces vins.

C'est pourquoi les résultats de notre étude sur le manganèse dans les vins d'hybrides et de *vitis vinifera,* s'ils ont une signification physiologique très grande, présentent en outre un intérêt évident pour le Service de la Répression des fraudes.

Toutefois cette première étude ne saurait prétendre à avancer des conclusions définitives sur un pareil sujet. Nous n'ignorons pas en effet les causes multiples et complexes qui sont susceptibles de faire varier pour une espèce donnée les teneurs des raisins et des vins en manganèse : milieu naturel, culture, mode de vinification et manipulations. Autant de causes, autant de sujets d'études, qu'il est indispensable de mener à bonne fin pour pouvoir fixer, avec l'origine du manganèse et son rôle, la signification exacte de sa proportion dans les vins.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1911. Bertrand (G.). — Recherches et dosage de petites quantités de manganèse, en particulier dans les substances organiques. (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, p. 361.)
2. 1921. Bertrand (G.) et Mme Rosenblatt (M.). — Recherches sur la présence du manganèse dans le règne végétal. (*Ann. Inst. Pasteur,* t. XXXV, p. 815.)
3. 1913. Bertrand (G.) et Sazerac (R.). — Action favorable du manganèse sur la fermentation acétique. (*C. R. Ac. Sc.,* t. CLVI, p. 149.)
4. 1937. Chéramy (P.) et Lemos (A.). — Sur le dosage de petites quantités de manganèse dans les produits œnologiques. (*Journal de pharmacie et de chimie,* 8e série, t. XXV, p. 17.)
5. 1929. Dubuisson (M.). — Répartition du manganèse dans les organes végétaux. (*Ann. de Physiologie et Physicochimie biol.,* t. V, p. 845.)
6. 1938. Flanzy (M.). — Observations sur le manganèse en œnologie. (*C. R. Ac. Agr.,* t. XXIV, p. 319.)
7. 1934. Flanzy (M.). — L'alcool méthylique dans les liquides alcooliques naturels. (*Thèse Doctorat Univ. Toulouse,* Imp. Région. Toulouse, 1934.)
8. 1905. Gossl. — Recherche du manganèse dans le règne végétal. (*Beiteft Bot. central blatt* [1], t. XVIII, p. 120. Cité par Garnier, thèse Doct. Univ. Nancy, 1928.)
9. 1912-1913. Jadin (E.) et Astruc (A.). — Déterminations quantitatives du manganèse dans les végétaux. (*C. R. Ac. Sc.,* t. CLV, p. 406 et t. CLVI, p. 2023.)
10. 1903. Kayser (E.) et Demolon (A.). — Contribution à l'étude des eaux-de-vie de vin. (*Rev. Vit.,* t. XXVIII, 1907, p. 119.)
11. 1907. Kayser (E.) et Marchand (H.). — Influence des sels de manganèse sur la fermentation alcoolique. (*C. R. Ac. Sc.,* t. CXLIV, p. 574-714.) — Influence des sels de manganèse sur les levures alcooliques. (*C. R. Ac. Sc.,* t. CXLV, p. 343.)
12. 1915-1916. Lara (J.-B.). — Action du sulfate de manganèse sur la fermentation vinique. (*Proc. 2 Pan. Amer. Sci. Congr.,* vol. 8, p. 83943.)
13. 1872. Leclerc (A.). — Dosage de manganèse dans les sols et dans les végétaux. (*C. R. Ac. Sc.,* t. LXXV, p. 1209.)
14. 1884. Maumène (E.). — Sur l'existence du manganèse dans les vins. (*C. R. Ac. Sc.,* t. XCVIII, p. 1416 et 1056.)
15. 1907. Paturel (G.). — Le manganèse et les vins. (*Progrès agricole,* t. XLVIII, p. 504-508.)
16. 1898. Pichard (P.). — Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux. (*C. R. Ac. Sc.,* t. CXXVI, p. 1883.)

ÉTAT DE MATURITÉ DES POMMES.

1° SON IMPORTANCE EN CIDRERIE ET DISTILLERIE,

2° ÉTUDE DE QUELQUES PHÉNOMÈNES DE MÉTABOLISME AU COURS DE LA MATURATION,

PAR

Georges WARCOLLIER, Directeur

Jean TAVERNIER, Chef de travaux

de la Station de Recherches pomologiques, cidricoles et laitières de Caen.

SOMMAIRE.

I. INTRODUCTION 78

II. RÉCOLTE DES POMMES À CIDRE 78

TRIAGE PAR ESPÈCES ET MATURITÉS 80

III. CONSERVATION 80

PHÉNOMÈNES DE MATURATION. PRATIQUES DE LA CONSERVATION 80

IV. ÉTUDE DE QUELQUES PHÉNOMÈNES DE MÉTABOLISME AU COURS DE LA MATURATION 84

PRODUCTION D'ÉMANATIONS GAZEUSES ; SON INFLUENCE SUR LA GERMINATION DES GRAINES, LA CROISSANCE DES JEUNES PLANTES 84

V. CONCLUSIONS 92

VI. BIBLIOGRAPHIE 92

Introduction.

Cette étude comportera deux parties distinctes. Dans la première, WARCOLLIER a rassemblé les travaux effectués à la Station Pomologique de Caen, concernant la récolte et la conservation des pommes à cidre, afin de présenter une vue d'ensemble des recherches réalisées sur le sujet.

Il s'agit là de l'examen de quelques questions capitales touchant le travail rationnel de la pomme en cidrerie et distillerie, basé sur l'emploi d'une matière première de qualité. L'utilisation de fruits non mûrs, riches en amidon, ou de fruits de maturité trop avancée, ou de fruits soumis à l'action prolongée notamment de la pluie, de la gelée, amenant en effet des accidents de fabrication conduisant à une diminution parfois très grande de la quantité ou de la qualité des produits fabriqués (cidre ou alcool).

Dans la deuxième partie de ce travail, nous ferons connaître les résultats d'essais préliminaires entrepris en collaboration, relatifs à l'étude de phénomènes de métabolisme au cours de la maturation et concernant spécialement les émanations gazeuses des fruits.

Nous avons essayé de nous rendre compte si les constatations d'ELMER (1931) relatives à l'action nettement défavorable des émanations des pommes à couteau sur la croissance des racines de certains végétaux, la production de leur chevelu et sur la croissance des tige s'appliquent également aux pommes à cidre riches en tanin, MOUREU et DUFRAISSE (1922) ayant montré que les composés phénoliques (tanin) qu'ils nomment *anti-oxygènes* pouvaient jouer chez les végétaux le rôle d'agents de protection contre une action trop vive de l'oxygène atmosphérique.

Récolte des pommes à cidre.

Je rappelle que les pommes à cidre peuvent être classées, au point de vue de l'époque de leur maturité, en trois groupes :

1° Les pommes tendres ou de première saison qui mûrissent à l'arbre jusqu'à la fin de septembre, et qui doivent être brassées aussitôt leur cueillette;

2° Les pommes demi-dures ou de deuxième saison qui mûrissent à l'arbre du 1er octobre au 15 novembre, et qui doivent parfois atteindre leur maturité complémentaire par un séjour plus ou moins prolongé dans un endroit abrité;

3° Les pommes dures ou de troisième saison qui sont cueillies à l'arbre bien avant qu'elles ne soient mûres, et qui doivent subir une longue période de garde pour achever leur maturité physiologique vraie.

On doit cueillir les fruits de chaque saison le plus tard possible, car dans la dernière phase de leur vie végétative, ils reçoivent encore de l'arbre de nombreux matériaux de réserve, et du soleil leur coloris et leurs substances odorantes.

La récolte des fruits serait chose facile s'ils restaient tous attachés à l'arbre jusqu'au moment convenable où l'on vient les cueillir, et si tous les fruits d'un même arbre étaient mûrs en même temps, mais il est loin d'en être ainsi comme nous le savons.

La récolte des fruits devra s'opérer de la façon suivante :

Ramassage.

1° Des fruits tombés avant maturité (cause due à la sécheresse et à l'excès de fruits sur l'arbre, etc.), et des fruits véreux attaqués par la larve du Carpocapse; 2° des fruits abattus par les grands vents; 3° des fruits les plus mûrs de chaque arbre qui tombent naturellement sur le sol bien avant que la majeure partie des autres puissent être cueillis.

Comme cette période de temps où les fruits tombent peut être assez longue, surtout pour les variétés de deuxième ou de troisième saison, il est nécessaire de passer plusieurs fois sous le même pommier pour opérer le ramassage.

En pratique on passera au moins trois fois sous les pommiers à des intervalles convenables. Les fruits ramassés seront conservés par variétés et en tas de même maturité afin de pouvoir être brassés au moment propice.

Lorsque la plus grande partie des fruits restés sur les arbres ont atteint leur maturité, on procède alors à la cueillette.

Cueillette.

On devra être guidé par le souci de récolter des fruits intacts, n'ayant reçu aucun choc grave, ne portant aucune meurtrissure.

J'ai montré en effet (1905), que toutes les fois qu'un fruit de deuxième ou de troisième saison cueilli à l'arbre est meurtri à ce moment-là, l'amidon qui se trouve dans la zone blessée y séjourne indéfiniment ne se transforme jamais en sucre, même quand les fruits sont mûrs ou pourrissent.

Il nous a paru intéressant de rechercher la cause de l'immobilisation de l'amidon dans les zones blessées. L'observation nous a montré tout d'abord que ces zones brunissent immédiatement au contact de l'air, et nous savons que ce brunissement est dû à l'oxydation du tanin des cellules blessées de la pomme par une oxydase étudiée par G. Bertrand et Lindet.

Nous avons alors pensé que le tanin pourrait bien être la cause plus ou moins directe de la persistance de l'amidon dans les parties blessées des fruits étudiés. Nous avons vérifié cette hypothèse et montré que le tanin, par son action sur l'amylase, empêche cette diastase de transformer l'amidon en sucres fermentescibles.

L'amylase devient inactive, parce qu'elle est coagulée et précipitée par les matières tanniques du moût. Lorsqu'une pomme est meurtrie l'amylase et le tanin se trouvant en présence dans le jus des cellules écrasées, la diastase coagulée devient alors incapable de transformer ultérieurement l'amidon en sucres fermentescibles utilisables pour la fabrication du cidre.

De plus, toute pomme dont la peau est déchirée, est généralement envahie rapidement par les champignons qui causent la pourriture du fruit.

La cueillette des pommes par gaulage doit être absolument déconseillée; en gaulant on casse des yeux, boutons, bourgeons, lambourdes et même de petits rameaux et des branches, si bien que la récolte de fruits pour l'année suivante se trouve compromise. Seul le secouage doit être pratiqué. Afin d'éviter que les fruits ne se meurtrissent en tombant sur le sol il serait bon de les recueillir sur des toiles tendues sous le pommier surtout dans les vergers non herbés où le sol nu est parfois résistant.

En vue de la récolte de fruits à cidre de qualité, nous avons pendant plusieurs années, effectué des essais de ramassage : 1° à l'aide de toiles ou bâches placées sur le sol ou sur

des piquets ou à l'aide de filets; 2° au moyen d'appareils appelés : araignée fruitière, râteau-pomme, ramasse-pomme, etc. Aucun de ces appareils n'a reçu la sanction de la pratique.

Triage des pommes par espèces et par maturité.

Dans de nombreux travaux, parmi lesquels j'en rappellerai seulement quelques-uns (1906, 1921, 1926), j'ai montré qu'au point de vue de la fabrication rationnelle du cidre il importait de ne travailler que des fruits mûrs à point et d'égale maturité, afin d'obtenir dans ces fruits une pectine à l'état floculent, facile à coaguler, permettant d'obtenir lors de la défécation du jus, la formation d'un chapeau brun d'où dépend la clarification et la bonne conservation du cidre.

L'idéal est donc au moment de la récolte d'opérer le triage des fruits par espèces et par maturité afin de pouvoir ensuite constituer de bons assortiments ou mélanges de fruits, comprenant une proportion convenable des variétés douces, amères et acides à déterminer suivant le goût du consommateur de cidre.

Pour montrer l'intérêt capital de cette question nous avons publié un grand nombre d'analyses de jus et de cidres fabriqués avec une seule variété, deux variétés ou plusieurs variétés provenant de régions très diverses parmi lesquelles nous citerons Calvados, Eure, Orne, Manche, Mayenne, Aube, Finistère, etc.

Nous avons pu arriver par cette méthode à préciser les caractères de certains cidres et à les rattacher, toutes les fois que nous l'avons pu, à la région, au terroir, au cru. Nous citerons en particulier à ce sujet l'étude sur le cidre de Fouesnant (Finistère, 1922).

Conservation des pommes. Phénomènes de maturation.

Les pommes de première saison étant cueillies sur l'arbre lorsqu'elles sont mûres, on les enverra immédiatement au pressoir. Les pommes de deuxième et troisième saisons, cueillies bien avant qu'elles ne soient mûres, doivent subir, au contraire, une maturation de garde de plus ou moins longue durée.

Phénomènes de maturation.

Les phénomènes de maturation des pommes ont été étudiés par un grand nombre de savants parmi lesquels nous citerons : Bérard, Frémy, Lechartier et Bellamy, Lindet, Gerber, etc. Nous parlerons plus loin des travaux très récents sur la matière, des savants anglais et américains.

En ce qui concerne les pommes à cidre nous ne pouvons pas ne pas mentionner spécialement une étude très importante de Lechartier (1885) sur la variation de composition des moûts de pommes suivant l'époque de la cueillette des fruits et le temps pendant lequel on les conserve avant le brassage, dont nous citerons la conclusion : *Il existe pour chaque pomme à cidre une époque où le jus qu'on en extrait se présente avec une teneur minima en acide malique et une richesse maxima en principes sucrés et en matières pectiques, c'est cette époque qu'il convient de choisir pour la fabrication du cidre.* Tel est le résultat que l'on cherche à obtenir en conservant les pommes en greniers ou sous hangars couverts.

Pratique de la conservation.

Dans beaucoup de régions où il n'existe pas de greniers à pommes, les cultivateurs négligents abandonnent leurs fruits en tas dans les vergers sans les protéger d'aucune manière ; les pommes sont soumises alternativement à l'action du soleil, de la gelée, de la pluie, de la pourriture.

D'autres fois, les producteurs ne récoltent pas leurs fruits par ordre de maturité et livrent aux cidreries et distilleries de pommes, le même jour, des mélanges de fruits non mûrs et de fruits à complète maturité.

Fruits non mûrs.

Dans un mémoire paru en 1912, j'ai spécialement recherché quelles étaient les quantités d'amidon renfermées dans les fruits non mûrs livrés couramment aux cidreries et aux distilleries.

J'ai constaté que les pommes renferment jusqu'à 6 p. 100 d'amidon et qu'on aurait grand intérêt à les laisser mûrir.

Voici d'ailleurs les conclusions de cette étude : 1° les pommes encore très vertes, c'est-à-dire renfermant plus de 6 p. 100 d'amidon, devront subir une maturation complémentaire à l'air d'environ quinze jours, et autant que possible à température élevée (30°) ; dans ces conditions, on peut obtenir une augmentation de 20 p. 100 de sucres fermentescibles ;

2° Les pommes un peu moins vertes qui renferment de 3 à 6 p. 100 d'amidon seront mises à mûrir pendant environ quinze jours à température ordinaire (10-15°) ;

3° Les pommes les plus avancées comme maturité et renfermant moins de 3 p. 100 d'amidon peuvent être brassées après leur cueillette ; leur conservation prolongée, même à basse température (10-15°), amenant des pertes de sucres notables. Tous ces fruits doivent être utilisés de préférence en distillerie.

Depuis cette époque, j'ai continué mes recherches sur le sujet ; toutes les analyses effectuées sont venues confirmer mes premières conclusions. Cette année encore, en 1938, l'abondance extraordinaire de la récolte de pommes qui a dérouté toutes les prévisions, a amené des producteurs, malgré les conseils qui leur ont été donnés, à gauler les fruits de leurs arbres, alors qu'ils étaient tout à fait verts, afin d'être sûrs de pouvoir les vendre aux distilleries dès la mise en marche des usines. Nous verrons plus loin les conséquences d'un pareil état de choses.

La recherche de l'amidon dans les pommes à cidre nous a amené à étudier les méthodes de dosages de cette substance (1931). Nous avons mis au point un procédé de dosage qui nous a donné toute satisfaction. Il est basé sur l'emploi de la rapidase à 70-75° (liquéfaction de l'amidon) suivi d'une saccharification à l'autoclave par l'acide sulfurique à 50 p. 100 en proportions déterminées.

Action du soleil.

Dans quelques cas, j'ai observé qu'un coup de soleil très vif amène chez des pommes à épiderme très mince, une sorte de brûlure des tissus. Les pommes brunissent à leur surface, se désorganisent ensuite rapidement et deviennent la proie des moisissures. Les fruits atteints d'un coup de soleil doivent être brassés de suite.

Action de la gelée.

Dans un mémoire paru en 1923, j'ai fait connaître mes observations et travaux sur le sujet, effectués en 1908, 1909, 1910 et 1921. Je rappelle que la période du 7 au 12 novembre 1921 fut dans le Calvados une période hivernale. Le 12 au matin le thermomètre marquait — 6° à Honfleur, — 7°2 à Trouville, — 7°8 à Caen, — 9°0 à Lisieux, et — 11° à Flers. On a compté 17 journées de gelées à Flers.

Les fruits gelés prennent vite, après le dégel, un aspect caractéristique; ils subissent une décomposition plus ou moins rapide, leurs tissus se désorganisent, se colorent en brun, se ramollissent et laissent parfois exsuder une partie de leur eau de déshydratation. Les jus, à la sortie du pressoir, sont généralement troubles, d'aspect laiteux, plombés. Ils sont le plus souvent peu aptes à fournir des cidres pouvant être consommés en nature. Ces cidres fermentent assez difficilement et leur utilisation normale est l'alambic.

Action de la pluie.

Les pommes conservées longtemps à la pluie dans les herbages perdent une partie des principes qu'elles renferment : la densité de leur jus diminue ainsi que leur teneur en matières extractives, notamment en sucres; les cidres produits sont peu alcooliques, de qualité médiocre et ne se conservent pas.

Nous avons publié de nombreuses observations à ce sujet (1911). Des variétés de pommes abandonnées à l'action de la pluie donnent un cidre à 4°5 d'alcool total alors que les fruits témoins conservés sous abri couvert, fournissent un cidre à 7°.

Nous pourrions citer bien d'autres exemples qui montreraient également avec clarté, les grandes dépréciations dans la qualité des pommes qu'on peut constater dans les départements cidricoles qui conservent habituellement leurs fruits sans les abriter.

Action d'une maturité trop avancée.

Action des moisissures. — Malgré nos conseils, on brasse encore trop souvent des fruits atteints de pourriture blonde, état qui correspond pour les pommes à ce que l'on appelle le blettissement pour les poires. Les pommes sont molles, leurs tissus se désagrègent, sont colorés par le tanin oxydé. Les jus sont riches en matières pectiques, troubles, se défèquent mal et donnent des lies abondantes. Le tanin s'insolubilise sur le marc et les jus en sont appauvris.

Les cidres obtenus sont normalement riches en alcool, mais manquent d'acidité; ils sont pâles, plats, sans fruité, ni bouquet. Le plus souvent ils sont non marchands et doivent être distillés.

Tout fruit meurtri, à l'épiderme déchiré, crevassé, est destiné à être envahi tôt ou tard par la pourriture. Celle-ci est produite par des champignons (*Monilia fructigena* [Rot brun], *Glœosporium fructigenum,* etc.), qui envahissent tout le tissu du fruit, se nourrissent aux dépens des acides, des tanins, du sucre, et secrètent certains produits à odeur désagréable (goût de pommes échauffées, goût de moisi) [1925].

Lorsque les pommes meurtries sont envahies par les moisissures, on assiste, peu de temps après, à la dissociation de leurs tissus, à leur solubilisation de plus en plus grande, à leur gazéification partielle. La disparition lente et progressive des sucres est toujours précédée par la disparition parfois totale du saccharose, amenée par la sucrase secrétée

par les moisissures elles-mêmes qui envoient leur mycélium dans toute la masse des fruits. Le saccharose est transformé en glucose et en lévulose.

Si le phénomène de décomposition des fruits s'accentue, on voit le jus couler sous les tas de pommes. Dans les tissus désorganisés des fruits, on peut mettre en évidence la présence d'alcool, puis sa disparition avec formation d'aldéhyde d'abord, et d'acide acétique ensuite. Les microbes interviennent activement et donnent naissance à l'acide lactique, à des acides volatils et à d'autres produits de désintégration des molécules hydrocarbonées et azotées.

Conservation à l'herbage, en greniers ou sous abris couverts

Le séjour des pommes en tas dans l'herbage devrait être aussi court que possible. Malheureusement, dans beaucoup de régions où n'existent ni greniers, ni abris prévus, les fruits y demeurent souvent pendant plus d'un mois, d'où les accidents que j'ai signalés.

Rien ne vaut la conservation en greniers; les fruits s'y conservent bien, à condition d'avoir été récoltés convenablement, rentrés aussi secs que possible, et mis en tas d'une hauteur maximum de 80 centimètres. Si les tas sont plus élevés, si les fruits sont mouillés, et si, en même temps, le grenier n'est pas suffisamment ventilé et aéré, on constate que les phénomènes de respiration intra-cellulaire deviennent plus intenses, que les fruits mûrissent très vite et risquent parfois d'être atteints de pourriture blonde, sorte de maturation trop avancée, et ce qui est plus grave, de pourriture noire, altération due aux moisissures.

J'ai pu faire une étude comparative intéressante de la conservation en greniers fermés et convenablement aérés et de celle réalisée en greniers ouverts ou terrasses couvertes, mais ouvertes sur un ou plusieurs côtés.

Nous avons remarqué d'une façon constante que les fruits se conservent mieux et plus longtemps dans le grenier en terrasse que dans les greniers fermés, bien que les fruits soient emmagasinés de la même façon dans les deux cas et sur une même hauteur. En greniers fermés, les fruits perdent plus vite l'éclat de leur coloris, ils deviennent d'aspect plus terne et se conservent huit à quinze jours de moins qu'en greniers ouverts. Nous avons eu l'explication de ces faits en effectuant de nombreuses prises de température dans les tas de pommes. En greniers en terrasse, la température intérieure des tas est, en moyenne, toujours inférieure d'au moins 6° à celle des tas en greniers fermés.

Conséquences d'une maturité insuffisante ou d'une conservation défectueuse des fruits.

La cidrerie industrielle, qui ne devrait recevoir que des variétés classées par ordre de maturité, subit particulièrement l'effet d'un pareil état de choses et voit ses efforts paralysés.

Les fruits non mûrs, même mélangés à des fruits mûrs, donnent un jus qui se défèque mal parce que les matières pectiques n'y existent pas à l'état coagulant; la diastase coagulante gênée par l'acidité exagérée des fruits ne peut agir convenablement. Les cidres fabriqués sont moins riches en alcool, de clarification et de conservation plus difficiles; ils sont plus pâles, peu fruités et non bouquetés (1926).

Nous avons rappelé précédemment les effets d'une maturité trop avancée sur la qualité des cidres.

J'ai vu livrer en distillerie, et travailler dans le courant d'octobre, des variétés telles que Moulin-à-Vent, Noël-des-Champs, Bedan, Argile grise, Rousse de l'Orne, Marin-Onfroy, Meunier dur, etc., qui ne devraient être brassées qu'en décembre ou janvier.

Pour la distillerie, l'emploi des pommes non mûres se traduit par une perte en alcool sensible qui augmente notablement la quantité de pommes nécessaire à la production d'un hectolitre d'alcool pur (1929).

L'amidon des pommes se retrouve dans les cuves de jus fermenté allant à la colonne et dans les marcs séchés livrés aux agriculteurs pour l'alimentation du bétail ou vendus aux fabricants de pectine.

J'ai tenu à me rendre compte des quantités d'amidon qu'on peut retrouver, principalement au commencement de la campagne, dans les cuves des distillateurs.

Je dirai simplement qu'une usine qui distillait quatre cuves de 300 hectolitres par 24 heures, perdait dans les cuves de fermentation 108 kilogrammes d'amidon évacués dans les vinasses, correspondant à environ 73 litres d'alcool à 100°.

L'autre partie de l'amidon des pommes non mûres, celle qui se retrouve dans les marcs, n'est pas utilisable par la pectinerie; elle est même un obstacle à la production de jus pectiques limpides.

Résumant en quelques mots, tout ce que nous venons de dire au sujet de la récolte et de la conservation des pommes à cidre, nous disons aux fabricants de cidre et d'alcool de pommes : *Vous ne travaillerez que des fruits mûrs à point, de même saison de maturité, sains, récoltés et conservés proprement.*

Étude de quelques phénomènes de métabolisme au cours de la maturation des pommes.

On admet aujourd'hui que l'intensité respiratoire des fruits dépend : 1° de l'étendue des surfaces respiratoires; 2° de la quantité de matériaux oxydables disponibles dans les cellules; 3° de la quantité d'oxygène disponible; 4° des ferments respiratoires. (Dufrenoy, 1936.)

L'accès d'oxygène aux cellules profondes d'une pomme, et le dégagement du CO^2 produit, dépendent de la diffusion, le long d'un réseau formé par les méats intercellulaires. Le diamètre des cellules de la pulpe d'une pomme ayant atteint sa taille définitive est de 150μ et le diamètre des méats 5μ. La surface d'échanges est très grande, environ 1 mètre carré pour un fruit, et l'atmosphère interne représente 15 à 20 p. 100 du volume. (Kidd, 1935.)

F. Kidd reconnaît dans la vie d'une pomme, cinq stades physiologiques caractérisés chacun par un aspect morphologique particulier : 1° division cellulaire allant de la fécondation jusqu'à ce que la pomme ait atteint la taille d'une noix; 2° augmentation du volume de chaque cellule, période pendant laquelle les sucres s'accumulent ainsi que l'amidon; 3° stade de maturation caractérisé par un accès de fièvre que Kidd appelle *climactérique*, manifesté par une brusque augmentation de l'intensité respiratoire. La fin de cet accès de fièvre marque le début du 4° stade, la sénescence qui, en dehors de toute pourriture, limite la conservation des fruits; elle résulte d'une inhibition progressive de l'oxydation des produits de fermentation (alcool, acétaldéhyde).

On avait constaté depuis longtemps déjà que les émanations de certains fruits mûrs avaient une action accélératrice sur la maturation des fruits non mûrs placés à proximité. Nombreux ont été depuis 1924, les essais effectués pour déterminer cet agent accélérateur. La preuve de l'identité chimique existant entre cette substance active et l'éthylène devait être apportée par R. Gane, de la low Temperature Research Station Cambridge en expérimentant sur des pommes, en 1934 et 1935. Cette identification a permis d'établir un rapport tout à fait net entre les effets de l'éthylène sur la maturation, et les rapports existant entre un fruit et le fruit voisin. D'après F. Kidd et C. West (1935) l'éthylène serait produit non seulement par des pommes mûres comme on l'avait cru tout d'abord, mais aussi par les fruits verts. Il y aurait en outre une dose minimum d'éthylène au-dessous de laquelle aucune action stimulante ne se ferait sentir. La quantité d'éthylène produit par les fruits est très faible. Elle peut être de l'ordre de 1 centimètre cube au cours de la vie toute entière d'un fruit (1938).

Chez les pommes l'éthylène en favorisant leur maturation agit sur la transformation des hydrates de carbone, la diminution de l'acidité, l'amollissement des tissus, etc. D'après une étude de W. Crocker, A. E. Hitchcock et P. W. Zimmerman (1935) il y aurait un parallèle entre les effets de l'éthylène et les auxines des plantes; l'éthylène pourrait agir comme une hormone déterminant, entre autres, la maturation des fruits.

La conservation des fruits en atmosphère carbonique, devenue aujourd'hui industrielle, présente comme avantages, de prolonger grandement la vie du fruit, après sa sortie des locaux de conservation, mais aurait comme inconvénient, à cause de l'éthylène dégagé par les pommes, d'accélérer la maturation des pommes non mûres conservées dans le même local. Ce serait là un grave reproche à faire à la méthode qui ne devrait conserver dans un même local que des fruits d'égale maturation.

Émanations gazeuses.

Nous en arrivons à l'examen de la question qui nous intéresse, celle des émanations gazeuses des pommes sur la germination des graines et le développement des tissus des jeunes plantes, placées dans la même enceinte.

Est-ce bien l'éthylène agent accélérateur de la maturation des pommes non mûres qui jouerait en même temps le rôle modérateur de la croissance des tubercules ou des jeunes plantes?

O. H. Elmer (1931) étudiant le cas particulier de la pomme de terre a constaté que la croissance des tubercules était entravée par des émanations gazeuses des pommes.

Des recherches dans la même voie furent entreprises par F. E. Huclin, A. J. M. Smith et R. Gane (1933).

D'après J. T. Minster (1936) le fait que la formation des pousses est entravée serait dû à l'influence paralysante de l'acide maléique dégagé par les pommes. M. Copisarow (1936) est arrivé à des constatations similaires; l'acide maléique arrête les processus de maturation et de germination. Il estime que l'agent modérateur naturel existant dans les fruits non mûrs est l'acide maléique, $CO^2H - CH = CH - CO^2H$, composé éthylénique, et que la transformation de cet agent modérateur en un agent accélérateur à la maturité est représentée par la dégradation de l'acide maléique et éthylène. Comme on le voit des recherches plus approfondies devront être poursuivies sur les émanations gazeuses des fruits pour qu'on soit définitivement fixé sur la nature de l'agent paralysant la croissance des tubercules ou de jeunes plants de pois, sarrasin, avoine, etc.

Nos essais.

Nous avons essayé de nous rendre compte si les constatations d'Elmer (1936) et des savants que nous venons de citer, relatives à l'action nettement défavorable des émanations des pommes à couteau sur la croissance des racines de certains végétaux, la production de leur chevelu et sur la croissance de tiges s'appliquent également aux pommes à cidre riches en tanin, Moureu et Dufraisse (1922) ayant montré que les composés phénoliques (tanin) qu'ils nomment *anti-oxygènes* pouvaient jouer chez les végétaux le rôle d'agents de protection contre une action trop vive de l'oxygène atmosphérique.

D'après ces auteurs les *anti-oxygènes* sont des corps qui à dose infinitésimale, sont ca-

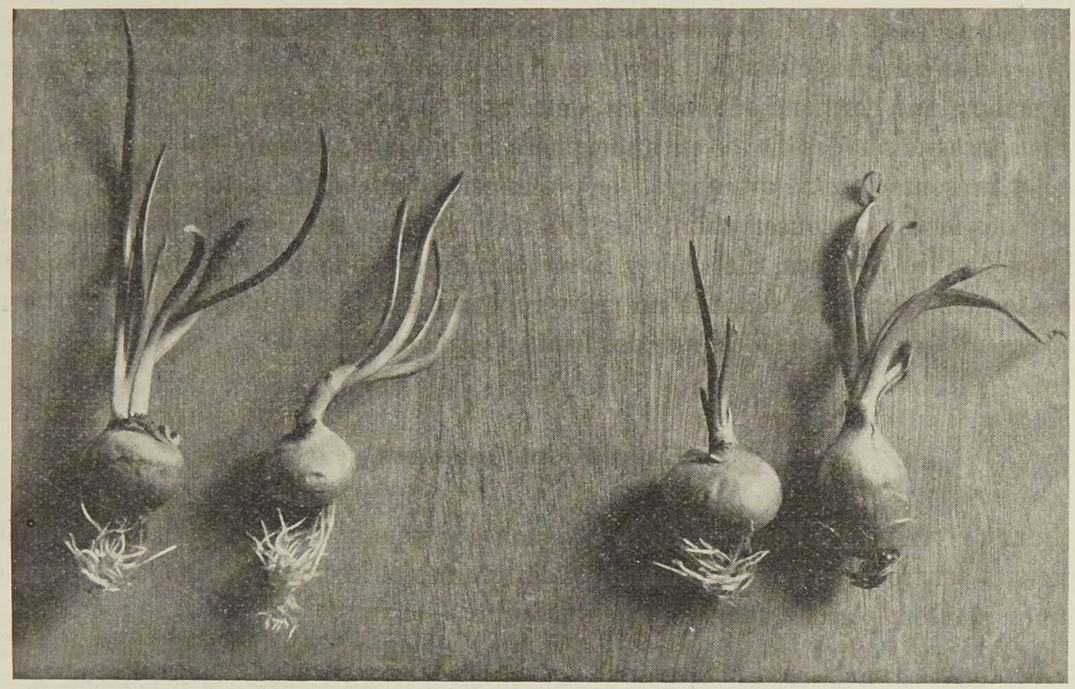


Fig. 1. — Oignons. — A gauche, témoin;
à droite, développement en présence de pommes à cidre.

pables de s'opposer à l'auto-oxydation c'est-à-dire à la fixation de l'oxygène libre sur des corps facilement auto-oxydables, tels que : aldéhyde éthylique, acroléine, furfurol, aldéhyde benzoïque, corps gras, etc. Tous les phénols jouissent à des degrés divers de cette propriété anti-oxygène, les plus actifs sont à cet égard l'hydroquinone, la pyrocatéchine, le pyrogallol. Ils estiment qu'il convient de prendre en considération cette action anti-oxydante, les végétaux offrant une grande variété de composés phénoliques, des tanins en particulier.

Nous avons utilisé un lot de pommes à cidre soigneusement triées, présentant sensiblement le même état de maturité et en parfait état de conservation. Ces pommes proviennent d'une variété amère. Le moût obtenu par brassage renferme 4 gr. 3 de tanin par litre et son acidité exprimée en acide sulfurique est de 2 gr. 45.

Essais sur oignons.

Trois oignons à différents stades de germination, sont placés dans des verres coniques renfermant un peu d'eau contenant des substances nutritives pour permettre aux racines d'alimenter normalement les plantules et pour éviter le dessèchement des bulbes. Treize pommes à cidre d'un poids total de 832 grammes, sont placées avec les oignons sous une cloche de verre, rodée, à robinet supérieur, d'une capacité de 15 l. 500.

Un essai témoin est mis en marche avec trois oignons de même développement que les précédents, en utilisant le même dispositif, mais en l'absence de pommes.

Fig. 2. — Pommes de terre. — En haut, culture témoin; en bas, développement en présence de pommes à cidre.

La durée des essais est de dix-neuf jours. Les deux lots d'oignons sont alors examinés et accusent des différences très nettes : les oignons témoins, en l'absence de pommes, se sont développés normalement alors que les oignons avec pommes présentent des plantules atrophiées, atteintes de flétrissement et de jaunissement ainsi qu'en témoignent les photographies ci-jointes (fig. 1).

Le même dispositif est adopté pour tous les essais suivants, chaque série comportant un essai en présence de pommes, et un témoin sans fruits, placés sous des cloches de même capacité que les précédentes. Toutes les cloches étaient exposées à la lumière, dans un laboratoire à la température de 15°.

Essais sur pommes de terre.

1° Deux pommes de terre germées enfouies dans une terre suffisamment humide, de pH : 5.8, et un lot de six pommes d'un poids total de 378 grammes.

2° Témoin sur deux pommes de terre germées au même stade que les précédentes. Résultats après dix-neuf jours : germes beaucoup plus développés dans le témoin que dans l'essai en présence de pommes (voir photo fig. 2 et 3).

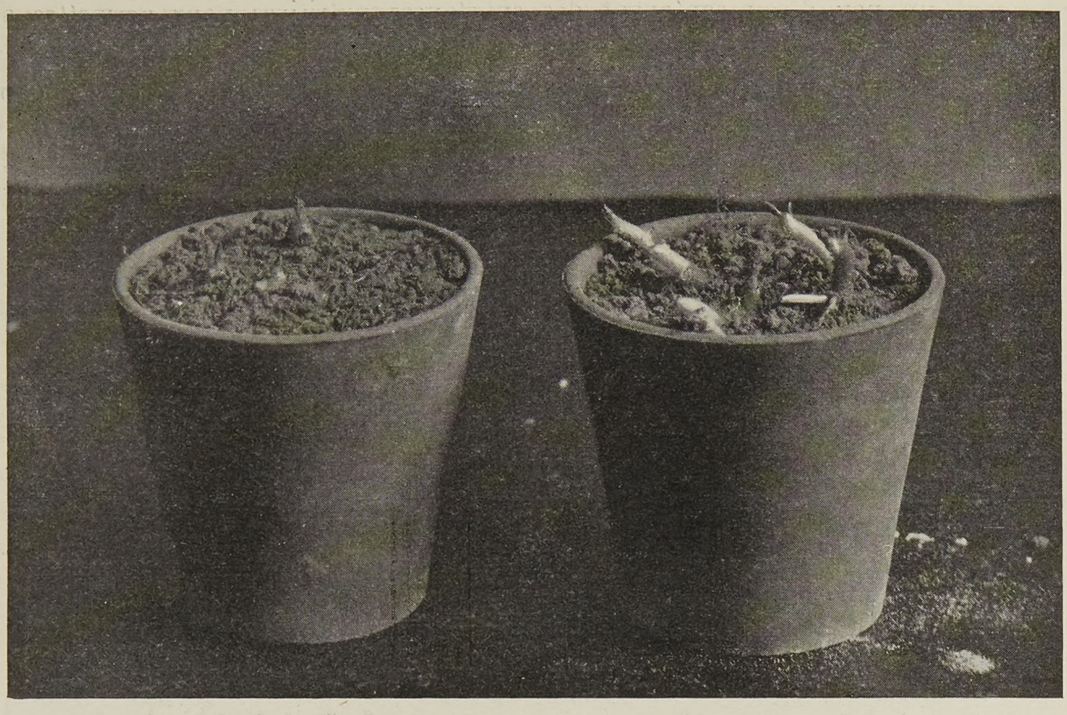


Fig. 3. — Pommes de terre. — A gauche, développement en présence de pommes à cidre; à droite, témoin.

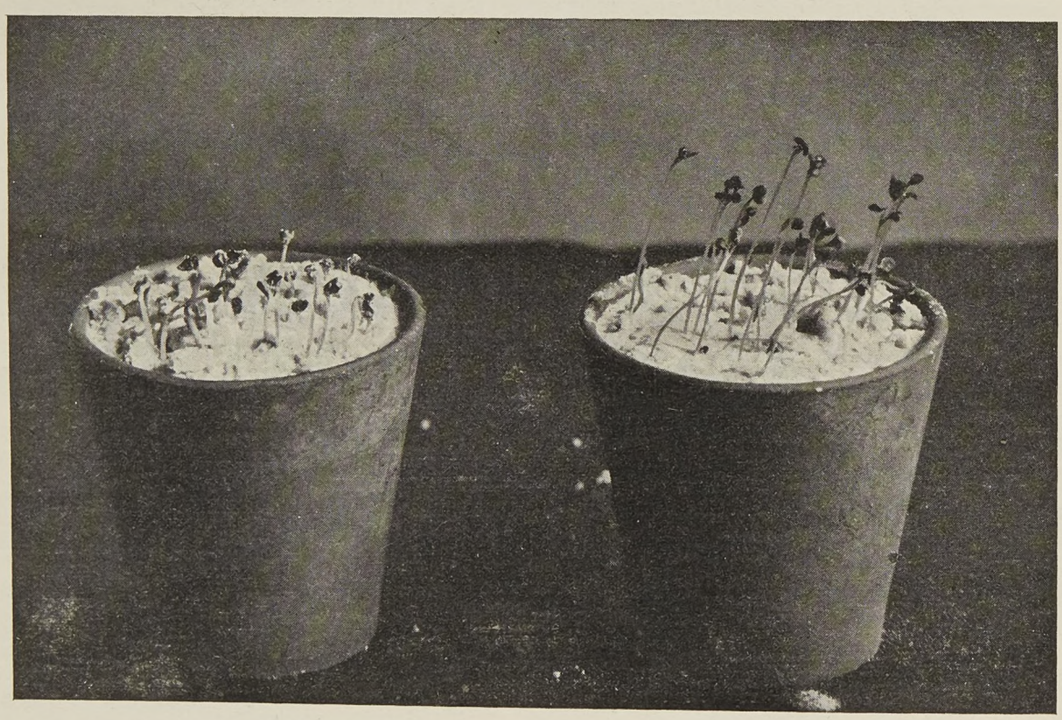


Fig. 4. — Choux. — A gauche, développement en présence de pommes à cidre; à droite, culture témoin.

Essais sur choux.

1° Vingt graines de choux enterrées dans du sable de Fontainebleau calciné humidifié et un lot de six pommes d'un poids total de 394 grammes. 2° Témoin sur vingt graines de choux. Résultats après dix-sept jours : en présence des pommes, les plantules sont atrophiées et le chevelu des racines est très amoindri. Les plantules témoins ont une hauteur deux fois plus grande (voir photo fig. 4 et 5).

Fig. 5. — Choux. — En haut, plantes témoins; en bas, développement en présence de pommes à cidre.

Essais sur radis.

1° Vingt graines de radis enterrées dans du sable humidifié et un lot de six pommes du poids total de 380 grammes. 2° Témoin sur vingt graines de radis.

Résultats après seize jours : le développement des radis germés près des pommes est nettement inférieur au développement des radis témoins.

Essais sur pois.

1° Dix graines de pois enterrées dans du sable humidifié et un lot de six pommes du poids total de 387 grammes. 2° Témoin sur dix graines de pois.

Résultats après seize jours : les tiges des pois germés en présence de pommes sont très petites, trois à quatre fois plus courtes que les témoins, et les racines ne présentent pas de chevelu alors que celui-ci est abondant chez les témoins (voir photo fig. 6 et 7).

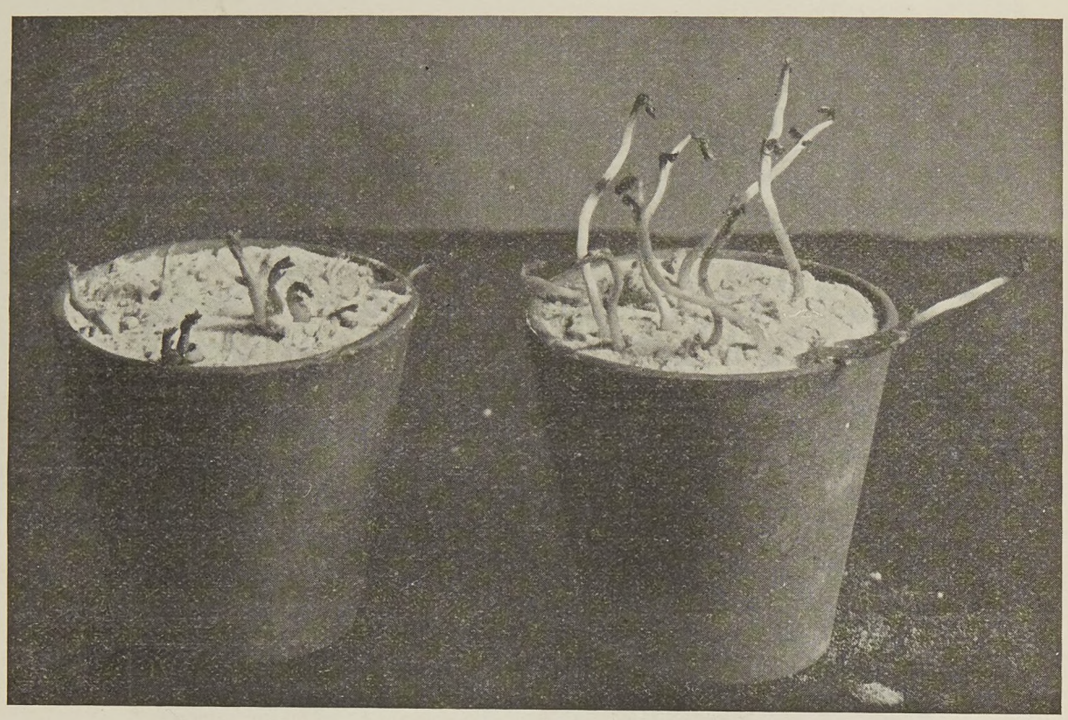


Fig. 6. — Pois. — A gauche, développement en présence de pommes à cidre; à droite, culture témoin.

Essais sur haricots.

1° Dix graines de haricots enterrées dans du sable humidifié et un lot de six pommes d'un poids total de 368 grammes; 2° Témoin sur dix graines de haricots.

Résultats après seize jours : développement plus faible de la tigelle des haricots germés près des pommes. Le système radiculaire est également atrophié par rapport à celui des haricots témoins.

Il ressort de ces essais que les émanations gazeuses des pommes à cidre riches en tanin, ont une action nettement retardatrice sur le développement des tubercules, la germination des graines, et que les plantules ne se développent que difficilement dans un tel milieu.

Nos moyens d'expérimentation ne nous ayant permis de caractériser l'éthylène ou l'acide maléique dans l'air contenu dans les cloches, nous ne pouvons pas affirmer que les phénomènes observés sont bien dus à l'action individuelle ou simultanée de ces deux corps, d'autant plus qu'il y a lieu, sans doute, de tenir compte de l'action de l'acide carbonique fourni par la respiration intracellulaire des fruits.

Nous avons pu caractériser la présence de l'alcool éthylique dans les atmosphères des cloches. Un essai spécial a été effectué sur un lot de 16 pommes d'un poids total de 1.059 grammes. Ces fruits ont été placés sous une cloche rodée à robinet de 12 litres de capacité totale, ce qui ramenait le volume d'air à 10 litres après introduction des pommes. Au bout de vingt jours, l'air de la cloche est aspiré doucement à travers un jeu de trois barboteurs contenant de l'eau distillée, le barbotage s'effectuant bulle à bulle, pendant dix-huit heures. L'alcool éthylique caractérisé après concentration, a été dosé

Fig. 7. — Pois. — En haut, plantes témoins;
en bas, développement en présence de pommes à cidre.

par le procédé Martin au bichromate de potasse. Nous avons ainsi trouvé 3 milligr. 08 d'alcool éthylique par litre d'air, soit 30 milligr. 8 fournis par 1.059 grammes de pommes, correspondant à 29 milligr. 5 par kilogramme de fruits.

La présence d'aldéhyde éthylique ou éthanal dans toutes les cloches n'a pu être mise en évidence.

Nous nous proposons de reprendre ces expériences avec un matériel mieux approprié afin d'arriver si possible à mettre en valeur l'action individuelle des divers facteurs en jeu.

Conclusions.

1° Les considérations que nous venons de développer montrent que nos agriculteurs producteurs de fruits de pressoir doivent perfectionner leurs méthodes de récolte et de conservation de pommes à cidre ; il y va de la prospérité et de l'avenir de nos industries de la pomme en France.

Nous ne produirons pas des cidres de qualité si nous ne sommes pas guidés tout d'abord par le souci de récolter des fruits sains. Aussi on ne gaulera pas les arbres. Les fruits de chaque saison de maturité seront cueillis le plus tard possible, car c'est à la fin de leur vie végétative qu'ils s'enrichissent. On triera les pommes par espèces et surtout par maturité.

On les conservera à l'abri des intempéries, on ne les laissera pas longtemps à la pluie, on évitera également les effets de la gelée et on redoutera l'action néfaste des moisissures et microbes nuisibles.

En ce qui concerne la distillerie, plus les pommes seront récoltées avec soin, plus cette industrie pourra les utiliser avec profit, et obtenir l'hectolitre d'alcool avec le minimum de kilogrammes de pommes. Elle pourra ainsi payer les fruits à un prix plus rémunérateur pour les producteurs.

2° Il semble bien établi que les pommes à cidre qui toutes renferment des tanins, donnent naissance à des émanations gazeuses qui ont une action nettement retardatrice sur le développement des tubercules, la germination des graines et le développement des jeunes plantes.

3° Le traitement éthylénique des pommes non mûres qui augmente leur teneur en sucres par hydrolyse des matières amylacées et des autres hydrates de carbone, du fait que l'éthylène accélère l'action des diastases hydrolysantes et oxydantes, semble difficilement applicable aux pommes à cidre.

Ce procédé demanderait en effet : *a.* le triage de ces pommes, leur entreposage dans des salles absolument fermées afin d'empêcher les pertes en éthylène de l'atmosphère de ces locaux ; *b.* la présence dans les mêmes enceintes de lots de pommes mûres, toutes manutentions et dispositifs d'un prix élevé que ne compenserait sûrement pas le bénéfice d'une augmentation des sucres fermentescibles des fruits traités.

BIBLIOGRAPHIE.

1936. Copisarow (M.). — The Metabolism of fruit and vegetables in relation to their preservation. (*The Journal of Pomology and Horticultural Science,* n° 1, avril 1936.)

1935. Crocker (W.), Hitchcock (A. E.) and Zimmerman (P. W.). — Similarities in the effects of ethylene and the plant auxins. (*Contributions from Boyce Thomson Institute New York,* 1935, vol. 7, n° 3, p. 231-248.)

1935. Dufrenoy (J.). — Revue d'Agronomie. (*Revue générale des Sciences,* 15 février.)

1936. Dufrenoy (J.). — Les problèmes physiologiques en pathologie végétale. (*Annales agronomiques,* 6e année, n° 1, p. 65.)

1931. Elmer (O. H.). — Growth inhibition of Potato spront by the volatile product of apples. (*Science,* vol. 75, p. 193.)

1936. Elmer (O. H.). — Growth inhibition in the potato caused by a gaz emanating from apples. (*J. Agri. Res.*, n° 52.)

1934. Gane (R.). — Identification of ethylene among the volatile product of ripe apples. (*Dept. Sci. and Indus. Res. Food. Invest.* Br. Rpt, 1934.)

1935. Gane (R.). — The formation of ethylene by Plant tissues. (*The Journal of Pomology and Horticultural Science,* London, Décember 1935, V. XIII, n° 4, p. 351-358.)

1933. Huelin (F. E.). — Report of the Food Investigation Board of 1932. (*Department of scientific and industrial Research,* London, 1933.)

1935. Kidd (F.) and West (C.). — The effect of ethylene on apples at low temperatures. — Report on the Food Investigation Board for 1934. (*Department of scientific and Industrial Research,* London, 1935, p. 119-122.)

1935. Kidd (F.). — Respiration of fruits : food storage and transport. (*Nature,* 135 : 327-330, 739-741, 1935.)

1885. Lechartier. — Sur la variation de composition des jus de pommes suivant l'époque de la cueillette des fruits et le temps pendant lequel on les conserve avant le brassage. (*Bull. Asso. pomologique de l'Ouest,* tome III.)

1936. Minster (I. T.). — The effect of apples on potato caused by a gaz emanating from apples. (*J. Agricu. Res.,* 1936, n° 52.)

1922. Moureu et Dufraisse. — *Revue scientifique.*

1937. Revue Int. d'Agriculture Rome. — *Bull. Mensuel de renseignements agricoles,* XXVIII[e] année, juillet 1937, n° 7. Connaissances actuelles sur la conservation des fruits et des légumes en atmosphère de gaz carbonique.

1938. Revue Int. d'Agriculture Rome. — *Bull. Mensuel de renseignements agricoles,* XXIX[e] année, n° 3, mars 1938. Coloration et maturation artificielles des fruits et légumes par l'éthylène.

1933. Smith (A. J. M.) and Gane (R.). — Report of the Food Investigation Board for 1932. (*Depart. of Sci. and Ind. Research,* London, 1933.)

1905. Warcollier (G.). — Causes de la présence de quantités anormales d'amidon dans les pommes meurtries. (*Comptes rendus Acad. des Sciences,* séance 21 août 1905.)

1906. Warcollier (G.). — Défécation des jus de pommes. (*Bull. Asso. Française Pomologique.*)

1911. Warcollier (G.). — Recherches sur la composition chimique des jus de pommes et des cidres fournis par quelques variétés de pommes à cidre de la Manche. (*Bull. Asso. Française Pomologique.*)

1912. Warcollier (G.). — Étude des variations de la richesse saccharine des pommes à cidre cueillies avant maturité. (*Bull. Asso. Française Pomologique.*)

1921. Warcollier (G.). — Contribution à l'étude des cidres se conservant naturellement doux et sucrés. (*Congrès de la Pomme, Rennes,* novembre 1921.)

1922. Warcollier (G.). — Étude sur le cidre de Fouesnant. (*Bull. Ass. Française Pomologique.*)

1923. Warcollier (G.). — Les pommes gelées, leur utilisation. (*Bull. Ass. Française Pomologique.*)

1925. Warcollier (G.). — Récolte, conservation, transport et utilisation des fruits de pressoir. (*Bull. Asso. Française Pomologique.*)

1926. Warcollier (G.). — Contribution à l'étude de la fabrication du cidre. (*Bull. Ass. Française Pomologique,* 1926.)

1929. Warcollier (G.). — Sur les conséquences fâcheuses de l'emploi de pommes non mûres en cidrerie et distillerie de pommes. (*Comptes rendus Acad. d'Agriculture de France,* t. XV, séance 27 novembre, p. 992.)

1931. Warcollier (G.) et Le Moal (A.). — Dosage des sucres totaux et de l'amidon dans les fruits de pressoir. (*XI[e] Congrès de Chimie industrielle,* Paris, octobre.)

«FINESSE» DE L'ORGE DE BRASSERIE

par G. Méneret,

Directeur de la Station d'amélioration des plantes de Colmar.

Importance de la «finesse» des orges de brasserie.

Une des qualités les plus recherchées par la brasserie chez les orges qu'elle utilise, est la *finesse*. La préférence donnée par l'industrie aux lots d'orge ayant une faible proportion d'écorces s'explique déjà par le fait, que le rendement en extrait est plus élevé avec une orge fine contenant seulement par exemple 8,1 p. 100 d'écorce (minimum constaté à la Station pour *Hado* en 1932) qu'avec une orge où cette proportion s'élève à 11,8 p. 100 (maximum atteint par *Montagne* en 1934).

Mais à cette considération d'ordre économique, viennent s'en ajouter d'autres d'ordre technique, qui expliquent les exigences de la brasserie : la qualité de la bière est en effet influencée dans une assez grande mesure par les écorces, en raison de leur composition chimique. Les écorces contiennent à côté de la cellulose qui en constitue la plus grande partie, des pentosanes, des matières colorantes, des tannins, des résines, des matières grasses, de la protéine et enfin des cendres riches en phosphates et en silice. Certains de ces corps sont loin d'être inactifs au cours des opérations de brassage, et J. Raux, dans une récente mise au point, a bien exposé cette question de l'influence des enveloppes : les matières colorantes des écorces peuvent colorer exagéremment les malts; les tannins possèdent une saveur âpre qu'ils risquent de communiquer à la bière. De plus, par combinaison avec les matières albuminoïdes du moût, ces tannins gênent la clarification et prédisposent les bières à certains troubles; les résines peuvent être nuisibles par suite de leur saveur désagréable et de leur amertume. Enfin, la silice des cendres jouerait un rôle dans le cas de certains troubles. Ces diverses substances auraient donc, au moins quand leur proportion est excessive, un effet nuisible sur la qualité des moûts et de la bière.

Raux signale à l'appui de ces dires une expérience de Petit, expérience dans laquelle deux brassins furent faits à partir du même malt, mais l'un avec la farine fine de ce malt contenant très peu d'enveloppes, et l'autre au contraire avec la farine renfermant la majeure partie des enveloppes. Le premier brassin donna une bière presque incolore et fade, le second une bière très colorée, rougeâtre, impossible à clarifier.

Si ces faits prouvent bien l'influence défavorable des substances amenées par les

écorces lorsqu'elles sont trop abondantes, il ne saurait pourtant être question d'éliminer trop radicalement les écorces, sous peine de nuire au caractère de la bière. Raux conclut en conseillant de *se borner à éviter que les éléments des enveloppes ne soient jamais soumis à une extraction excessive et n'existent dans les malts qu'en quantités modérées.*

Signalons ici l'opinion de Wirth qui attribue parfois aux écorces l'opalescence des moûts : certaines substances des écorces formées sous l'influence de la chaleur, causes directes de l'opalescence, seraient plus facilement libérées lorsque les enveloppes sont endommagées, ce qui se produit au cours des diverses manipulations que subit l'orge depuis sa récolte, surtout pour les orges à écorces fines : Wirth cite le cas de la variété *Isaria* qui donnerait toujours des moûts opalescents. La finesse exagérée des enveloppes dans ce cas particulier interviendrait donc comme un facteur peu favorable, parce que facilitant l'extraction des substances nuisibles de l'écorce.

Cette extraction sera limitée, d'après J. Raux, par le brasseur, en agissant sur la trempe qui éliminera déjà des éléments indésirables, en utilisant une méthode de brassage assez rapide, et en ne recherchant pas trop le maximum de rendement par un épuisement trop poussé des drèches.

L'agriculteur pourra, lui aussi, intervenir, afin d'éviter de livrer au brasseur des lots trop riches en écorce, par le choix de variétés convenant bien à sa région et pouvant y végéter normalement, par l'application de fumures rationnelles équilibrées, par des façons culturales appropriées, par une récolte faite à maturité complète, toutes pratiques propres à favoriser un développement normal du grain, sans parler du triage soigné qui doit précéder la livraison à la brasserie d'une récolte d'orge.

Mais quelle que soit l'action du brasseur, du cultivateur, c'est surtout au sélectionneur créateur de variétés d'orge de brasserie, qu'il appartient d'intervenir en fournissant à la culture des variétés intrinsèquement fines, car comme on le verra plus loin, la finesse de l'orge de brasserie est dans une très grande mesure directement ou indirectement sous la dépendance de la variété.

Appréciation de la «finesse».

Il est donc aussi important pour le brasseur que pour le sélectionneur de pouvoir apprécier la finesse de l'orge. En général, cette estimation se fait à l'œil par simple examen d'un échantillon : c'est ainsi que l'on procède pour le classement des lots dans les concours d'orge ou dans le commerce, d'après leur aspect plus ou moins finement ridé. L'établissement de standards pour chaque récolte aide à cette appréciation et permet, dans une certaine mesure, de conserver d'une année à l'autre la même échelle de notation. Le sélectionneur opère de même pour trier ses sélections. Mais ce procédé n'est pas absolument objectif, et s'il donne des renseignements utilisables dans la pratique courante de la brasserie et du commerce, il peut paraître insuffisant lorsqu'il s'agit soit de comparer en expérimentation agricole ou chez le sélectionneur des variétés de finesse assez voisine, soit d'étudier les différents facteurs qui pourraient agir sur la proportion des écorces. Aussi a-t-on recours à d'autres méthodes qui permettent de chiffrer le pourcentage d'enveloppes des orges. Ces méthodes utilisent l'action d'un agent chimique (acide sulfurique, ammoniaque) ou physique (action du vide sur des grains immergés) sur les grains d'orge, de manière à faciliter l'enlèvement ultérieur à la pince des enveloppes du grain.

La méthode la plus généralement conseillée est celle de Luff qui se résume ainsi

d'après W. Windisch : Peser 50 grains d'orge (l'humidité étant connue) ; les mettre dans un flacon et verser dessus 5 centimètres cubes d'ammoniaque à 5 p. 100 ; boucher solidement et plonger le flacon jusqu'au niveau du liquide intérieur dans de l'eau à 80° pendant une heure ; enlever les grains, les décortiquer, mettre les glumelles dans un verre taré, dessécher complètement à 105°, laisser refroidir à l'exsiccateur et peser. Rapporter à l'orge sèche en ajoutant 1/12e pour compenser les pertes dues à l'action de l'eau ammoniacale.

Lowig a proposé récemment une méthode peut-être aussi longue, mais exigeant des manipulations plus simples et mieux à la portée du sélectionneur. Lowig préconise un procédé par germination, procédé que nous appliquons à Colmar de la manière suivante : prélever 50 grains et les peser (faire en même temps une prise d'essai destinée à la détermination de l'humidité). Ces cinquante grains sont mis à germer sur du coton humidifié recouvert d'une feuille de papier buvard. On met en germination dans une étuve à 20°. Au bout de trois jours, la germination, déjà bien déclenchée, a provoqué la séparation des glumelles et du grain. Il est alors facile avec une pince de détacher les glumelles. Celles-ci sont séchées à l'étuve à 105°, puis pesées. Le poids est exprimé en pourcentage d'orge supposée sèche. Chaque détermination est faite en double.

Les prélèvements destinés à ces déterminations doivent être faits sans choisir les grains, sur des orges n'ayant pas subi un ébarbage trop violent ou insuffisant. L'échantillon sera passé au préalable sur le tamis de 2,2 millimètres, afin d'éliminer les déchets.

La méthode par germination nous a paru préférable : l'enlèvement des écorces est plus aisé (on peut facilement tenir le grain par le germe). L'attente de trois jours qu'exige la germination, n'est pas un grand inconvénient, si on effectue sans interruption une série assez longue de déterminations.

Nous avons obtenu, en opérant à l'aide de cette méthode et en même temps, sur les mêmes échantillons, par la méthode de Luff, très sensiblement les mêmes résultats. Le tableau suivant donne les pourcentages constatés par les deux méthodes, sur différentes prises d'essai d'un même lot d'orge d'Alsace *Souche 142*.

GERMINATION.				MÉTHODE DE LUFF.			
POIDS des prises d'essai (50 grains). — grammes.	ÉCORCES % de mat. sèche. —	MOYENNE. —		POIDS des prises d'essai (50 grains). — grammes.	ÉCORCES % de mat. sèche. —	MOYENNE. —	
2.150	10,8	10,95		2,070	11,3	11,2	
2,050	11,8			1,950	11,1		
1,980	11,5	11,1		2,010	11,3	11,1	
2,190	10,8			2,985	10,9		
2,060	11,3	11,3		2,040	11,2	11,1	
2,030	11,2		M = 11,14 ± 0,77 %	2,070	11,0		M = 11,17 ± 0,49 %
2,100	11,0	10,9		2,050	11,1	11,05	
2,140	10,9			2,070	11,0		
2,095	11,3	11,4		2,100	11,15	11,3	
2,000	11,5			2,065	11,5		
2,090	11,4	11,2		2,025	11,55	11,3	
2,065	11,0			1,125	11,1		

Une autre série de déterminations faite après une germination prolongée (5 jours) sur la même orge, a donné un pourcentage un peu plus élevé, mais encore voisin des précédents : 11,37 p. 100 contre 11,14 et 11,17. On peut donc utiliser indifféremment soit la méthode de Luff, soit la méthode de germination.

La proportion d'écorces déterminée ainsi, est-elle en rapport étroit avec l'apparence des grains, la *finesse*, telle qu'on l'apprécie à la vue ? C'est ce dont nous avons voulu nous rendre compte en établissant le pourcentage d'écorces sur des échantillons d'origine et d'aspect très différents. Six orges (fig. 1) provenant du Concours d'orges de brasserie organisé en 1937 (année de mauvaise qualité pour l'Alsace) par la Direction des Services agricoles du Bas-Rhin et assuré techniquement par le Centre de Recherches Agronomiques de Colmar, furent choisies dans ce but et leur pourcentage d'écorces déterminé (méthode de germination). Il s'agissait des orges telles qu'elles sortent de la

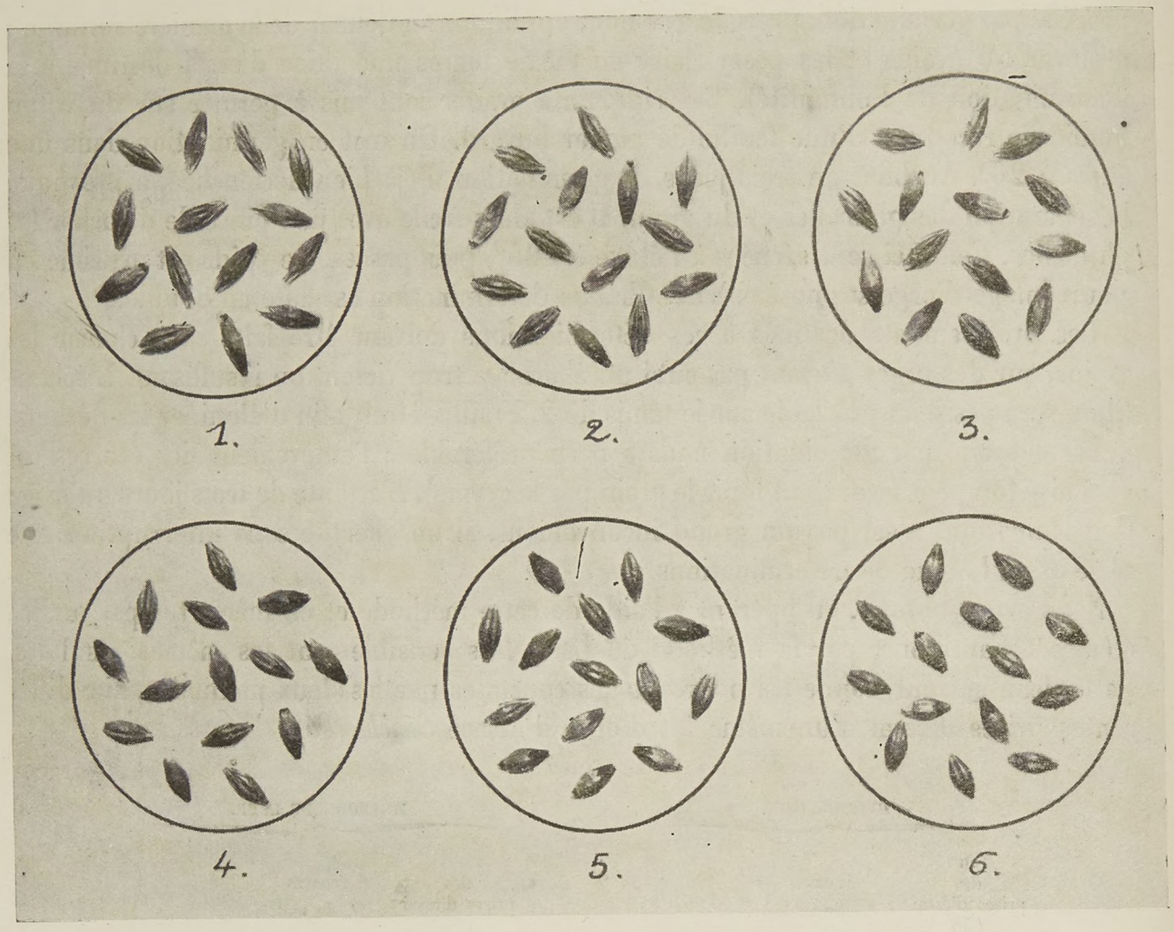


Fig. 1.

batteuse, à peine nettoyées et non triées, mais passées au tamis de 2,2 millimètres. Le jury du Concours avait précédemment attribué à ces orges des notes de finesse (échelle croissante de notation allant de 0 à 5). Le tableau suivant permet de constater que la correspondance est satisfaisante entre le pourcentage d'écorces et l'appréciation du jury.

ÉCHANTILLONS.	NOTE DU JURY.	% D'ÉCORCES.
N° 1. — Souche 142.....	0	10,2
N° 2. — Souche 142.....	1	8,9
N° 3. — Souche 142.....	2 1/2	8,4
N° 4. — Globe.....	2 1/2	8,3
N° 5. — Globe.....	3	8,0
N° 6. — Probsdorf.....	4	8,1

On peut remarquer que le jury distingue nettement trois qualités dans les quatre derniers échantillons dont les pourcentages extrêmes d'écorces ne diffèrent que de 0,4 p. 100. Les différences constatées par un jury exercé, comprenant des représentants qualifiés de la brasserie, de la malterie, du commerce, des sélectionneurs et de l'agriculture, paraissant bien réelles, il faut donc admettre qu'à des aspects notablement différents du grain peuvent ne correspondre que des écarts très faibles du pourcentage d'écorces, au moins lorsqu'on est en présence de lots d'une bonne finesse. Il ne convient donc pas d'attacher une importance exagérée aux différences *visuelles* de finesse, à partir d'un certain degré, ce qui compte surtout au point de vue industriel étant le pourcentage d'écorces.

Facteurs déterminant la «finesse».

Un facteur qui, *a priori*, devrait avoir une influence prépondérante sur le pourcentage d'écorce, paraît être L'ÉPAISSEUR DES GLUMELLES.

Les expressions *finesse, écorces grossières, pellicules finement plissées,* couramment employées dans les transactions entre producteurs, malteurs et brasseurs, indiquent bien que l'on attribue implicitement un rôle important à l'épaisseur propre des écorces. Les orges à enveloppes finement plissées transversalement, surtout dans la moitié supérieure du grain, sont les plus recherchées. Cette faculté de se plisser plus ou moins finement paraît s'expliquer par une épaisseur plus ou moins grande des glumelles.

Afin de vérifier cette hypothèse, un certain nombre de grains des échantillons n° 1 n° 3 et n° 5 du tableau précédent ont servi à des mensurations. Les grains fendus en deux, suivant le sillon ventral, ont été inclus à la paraffine, et les mensurations faites à la chambre claire à un grossissement de 250 diamètres. Ces mesures faites à raison d'une centaine par lot d'orge, ont porté :

1° Sur l'épaisseur des glumelles (épiderme externe, hypoderme, parenchyme, épiderme interne);

2° Sur l'épaisseur des enveloppes du fruit (épicarpe, mésocarpe, cellules transverses, couche hyaline). Cette seconde série de mesures est venue compléter la première pour permettre d'étudier la variation possible d'épaisseur de tout ce qui est extérieur à l'amande dans le grain. Ces déterminations, particulièrement délicates, ont été faites par M. SELARIES, chef de travaux, qui a obtenu les résultats suivants :

	GLUMELLES.		ENVELOPPES DU FRUIT.	
	ÉPAISSEUR moyenne.	MESURES extrêmes.	ÉPAISSEUR moyenne.	MESURES extrêmes.
	—	—	—	—
Échantillon n° 1 (souche 142)....	65μ	44μ — 84μ	35μ	28μ — 48μ
Échantillon n° 3 (souche 142)....	45μ	28μ — 76μ	28μ	20μ — 40μ
Échantillon n° 5 (Globe),.....	56μ	40μ — 104μ	33μ	20μ — 48μ

On remarque de suite que l'échantillon n° 1 correspondant à une orge de mauvaise apparence à grain très peu et grossièrement plissé, présente le maximum d'épaisseur de glumelles. On voit aussi que les variations d'épaisseur de glumelles suivant les échantillons sont relativement considérables, lorsqu'on passe d'une orge très grossière,

n° 1 (10,2 p. 100 d'écorces, note de finesse 0) à une orge fine, n° 3 (8,4 p. 100 d'écorces, note de finesse 2,5).

Toutefois l'examen des mesures extrêmes montre combien varie l'épaisseur des tissus dans un même lot. Cette variabilité, moins forte d'ailleurs pour les enveloppes du fruit que pour les glumelles, ne permet guère de considérer comme très significative la différence constatée par exemple entre l'échantillon n° 3 et l'échantillon n° 5. Ce dernier, bien que plus fin que le précédent (8,0 p. 100 d'écorces, note de finesse 3) aurait des glumelles plus épaisses. En admettant que cette différence soit réelle, il faudrait envisager pour l'échantillon n° 5 l'intervention d'autres facteurs corrigeant l'épaisseur des enveloppes. Ces facteurs pourraient être le degré de sclérification, la teneur en certains éléments, tels que la silice, par exemple. Pourtant l'étude des coupes au cours des mesures d'épaisseur des enveloppes n'a rien permis de déceler à ce point de vue. H. T. Brown a d'ailleurs signalé que pratiquement il n'y avait pas de différence dans les teneurs en

Fig. 2.

cendres entre orges grossières et orges fines. Cet auteur n'attribue également qu'un rôle très minime à l'épaisseur des enveloppes.

Il est plus probable, en effet, que ce soit la grosseur et la forme du grain qui interviennent le plus dans le pourcentage d'écorces et la finesse appréciée à l'œil. Forme et grosseur varient d'ailleurs selon que le grain est plus ou moins bien nourri. On peut constater d'ailleurs que le jugement de la finesse, tel qu'il est pratiqué dans l'appréciation visuelle, tient compte au moins autant de l'aspect ventru du grain que de l'apparence des glumelles.

Sur le graphique de la figure 2, on peut suivre la variation du pourcentage d'écorces par rapport à la grosseur des grains (exprimée par le poids de 1.000 grains) d'un lot d'orge *Souche 142*. Comme il fallait s'y attendre, le pourcentage d'écorces varie à l'inverse du poids de 1.000 grains.

Il ne s'ensuit pas toutefois que les variétés à gros grain possèdent un pourcentage d'écorces toujours faible : c'est souvent le contraire qui se produit. L'examen de la

figure 3 — donnant sous forme de graphique le poids moyen de 1.000 grains et le pourcentage moyen d'écorce des récoltes 1932 à 1937 de huit variétés — autorise les quelques observations suivantes :

Les variétés locales *Souche 142, Souche 164,* sont à très gros grain, et pourtant présentent un pourcentage élevé de glumelles. Ces variétés produisent en effet un grain gros, mais mal nourri et souvent mince. Au contraire, la variété *Cou de cygne,* à poids de 1.000 grains élevé aussi, est bien moins riche en écorce grâce à son grain généralement bien rempli. De plus, les variétés *Souche 142* et *Souche 164* sont à grains allongés, amincis aux extrémités, les barbes sont largement attachées à la glumelle dorsale, toutes causes venant accroître le pourcentage d'enveloppes. L'orge *Hado* est d'un tout autre type et possède un grain court, globuleux, simplement de taille moyenne, mais bien rempli. Cette même forme avantageuse se retrouve chez *Cou de cygne* et *Orge d'Or,* par exemple.

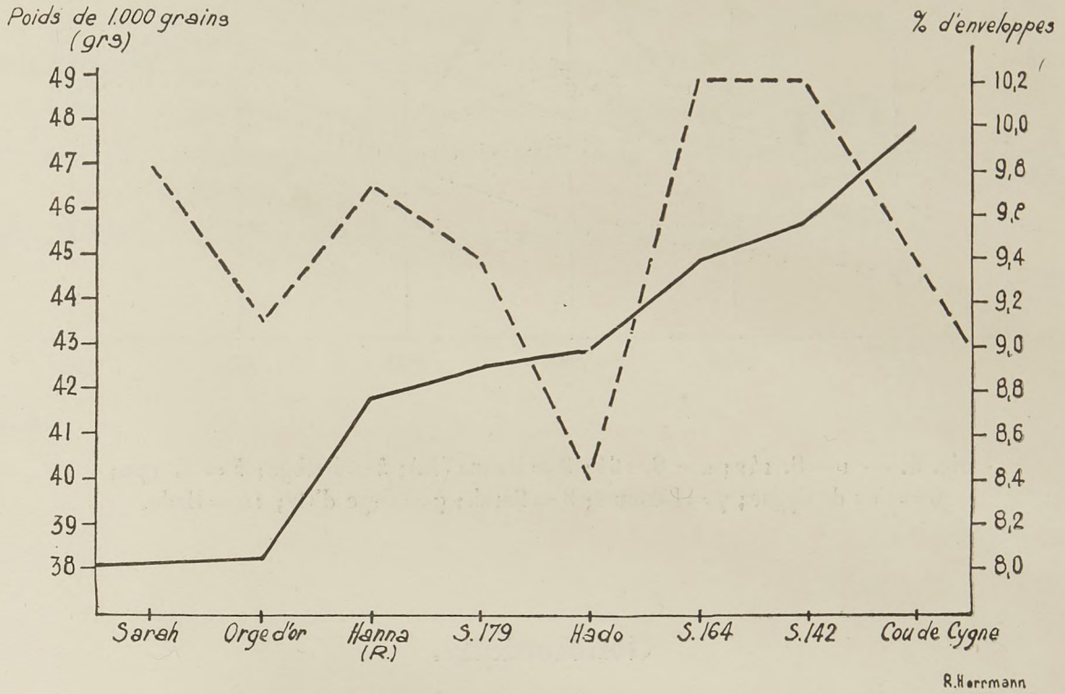


Fig. 3.

C'est donc en définitive la forme et la grosseur du grain, caractères connus pour être liés à la variété, qui déterminent la finesse d'une récolte d'orge de brasserie. Mais, même en possédant intrinsèquement une forme et une grosseur de grain satisfaisantes, une variété déterminée ne saurait fournir une orge fine à faible pourcentage d'écorces, que si elle produit *un grain bien rempli,* ayant développé ses réserves amylacées au maximum. Cette dernière condition dépend, pour une culture et une région déterminées, de la bonne adaptation de la variété au milieu. Le comportement de la variété *Sarah,* réputée comme orge fine qui, récoltée à Colmar, donne le plus souvent un grain à assez forte proportion d'écorces par suite d'un développement entravé par la verse, confirme bien ce fait. Il en est de même pour certaines variétés trop tardives, comme la *Souche 164* qui, très généralement, mûrit mal sous le climat sec et chaud de Colmar. C'est cette influence de la variété que met en évidence le graphique 4, réunissant les déterminations de finesse faites à Colmar, de 1932 à 1937, sur les récoltes d'essais comparatifs de variétés.

On peut remarquer aussi sur ce graphique l'influence générale de l'année sur l'ensemble des variétés, et la variation d'une année à l'autre qui en résulte dans le pourcentage d'écorces. Certaines variétés présentent une finesse assez constante (*Hado, Orge d'Or,* par exemple) ; d'autres, au contraire, telles que *Baronne, Souche 164,* montrent des écarts relativement considérables d'une année à l'autre, signe probable d'une mauvaise adaptation au milieu naturel.

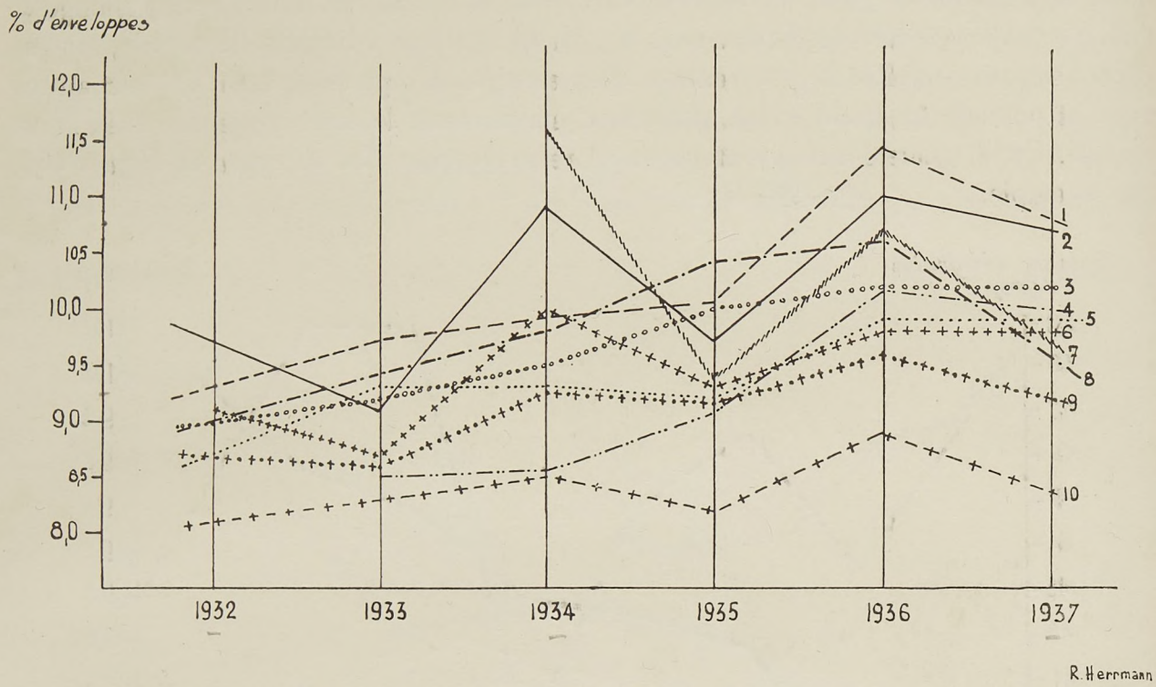


Fig. 4. — 1 = S. 142; 2 = S. 164; 3 = Hanna (R.); 4 = Bethge; 5 = S. 179; 6 = Cou de Cygne; 7 = Baronne; 8 = Sarah; 9 = Orge d'Or; 10 = Hado.

Conclusions.

L'étude qui précède permet les conclusions suivantes :

1° Le procédé qui consiste à faire germer les grains pour faciliter l'enlèvement des glumelles permet de déterminer le pourcentage d'écorces d'une orge aussi exactement et d'une manière plus simple que par l'ancienne méthode de Luff ;

2° La concordance entre le pourcentage d'enveloppes et la *finesse* appréciée à l'œil, est bonne chez les orges étudiées dans le présent travail. Toutefois, pour les lots de finesse élevée, on ne constate pas, dans le pourcentage d'écorces, des différences aussi grandes que celles qui sont notées d'après l'aspect extérieur de l'orge.

3° La *finesse* de l'orge est beaucoup plus déterminée par la grosseur et la forme du grain, que par l'épaisseur propre des glumelles ;

4° Grosseur et forme du grain, caractères variétaux, étant fortement influencés par le milieu de culture, on peut dire que la *finesse* d'une récolte d'orge dépend de la variété, non seulement d'une manière directe par certains caractères du grain, mais aussi indirectement par l'adaptation de cette variété à son aire de culture.

BIBLIOGRAPHIE.

1921. Boullanger (E.). — Malterie, Brasserie. (Paris, 1 vol.)

1904. Brown (H. T.). — Physikalisch-chemische Untersuchungen über das Gersten-und Malzkorn. (*Wochenschrift für Brauerei,* XXI, nos 39, 40, 41.)

1935. Godtsenhoven (E. van) et Vermeylen (J.). — Recherches sur la valeur culturale et brassicole des orges indigènes et exotiques. (Gand, 1 brochure.)

1936. Godtsenhoven (E. van) et Vermeylen (J.). - - Recherches sur la valeur culturale et brassicole des orges indigènes et exotiques. (Gaiid, 1 brochure.)

1907. Haase (G.) et Bauer (P.). — Beiträge zur Chemie und Physiologie der Gerste. (*Wochenschrift für Brauerei,* p. 535.)

1935. Lowig (E.). — Eine neue Methode zur Bestimmung des Schalenanteils bei monocotylen und dicotylen Samen. (*Zeitschr. f. d. gesamte Getreide-, Mühlen-, und Bäckereiwesen,* XXII, p. 31.)

1931. Pawlowski (F.). — Les méthodes d'analyses en brasserie. (Paris, 1 vol.)

1937. Raux (J.). — Les enveloppes de l'orge. (*Le Brasseur français,* 1re année, p. 221.)

1937. Rehberg. — L'influence des enveloppes du grain sur les trempes, le moût et la bière. (*Wochenschrift für Brauerei,* nos 3, 4 et 5.)

1902. Windisch (W.). — Das chemische Laboratorium des Brauers. (Berlin, 1 vol., 5e édition.)

SUR LA COMPOSITION DES EAUX-DE-VIE

DE LA RÉGION LANGUEDOCIENNE

par M. Flanzy et Mlle M. Lamazou-Betbeder,
Station de Recherches viticoles et œnologiques de Narbonne.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction..... 106

II. Méthodes d'analyse..... 106

III. Compositions des eaux-de-vie de marc, de piquettes, de lies, de vin..... 107

IV. Influence du mode de distillation sur leur composition..... 111

V. Influence de la distillation sous vide..... 116

VI. Conclusions..... 118

VII. Bibliographie..... 118

Introduction.

Ce travail est limité aux seules eaux-de-vie jeunes provenant de la distillation directe des vins, des piquettes, des lies et des marcs titrant moins de 70° G. L.

Dans ces conditions l'alcool recueilli est un mélange d'eau et d'alcool éthylique accompagné d'une proportion plus ou moins grande, d'une part de composés qui passent abondamment au commencement de la distillation; d'autre part de ceux qui passent surtout à la fin de la distillation. Les premiers sont *les produits de tête* constitués par des aldéhydes, des éthers et par une faible fraction d'huiles entraînées. Les seconds sont les *produits de queue* comprenant les alcools supérieurs où prédominent les alcool amyliques actif et inactif, les acides, le furfurol et des huiles essentielles encore mal définies.

Ces produits dont l'ensemble est qualifié de *non-alcool,* sont variables quantitativement avec la nature de l'eau-de-vie. Certains auteurs croient aussi à une variation qualitative (4). Mais jusqu'à présent c'est surtout leur proportion globale qui a servi à distinguer les eaux-de-vie.

Quelques auteurs désignent le non-alcool sous le terme d'impuretés. Si cette expression est exacte appliquée aux alcools d'industrie, puisque ces composés doivent être totalement éliminés pour donner à l'alcool sa valeur commerciale, elle est fausse appliquée aux eaux-de-vie car ce non-alcool leur imprime leur caractère générique; il leur donne bouquet et arôme, c'est-à-dire leur qualité et leur valeur commerciale. Est-ce à dire que la terminologie officielle soit satisfaisante? Peut-on appeler non-alcool la partie qui renferme les alcools propylique et isopropylique, des alcools amyliques et d'autres encore? Certains ont songé à considérer ces produits comme des produits secondaires. Cette désignation serait encore moins heureuse.

On s'est préoccupé dès la fin du dernier siècle de réglementer le taux de ce non-alcool. Mais on hésitait pour la fixation soit d'un *maximum,* soit d'un *minimum,* parce qu'on se préoccupait à la fois des propriétés organoleptiques et physiologiques des eaux-de-vie et de leur fraude (2). Ce n'est qu'en 1903 que la première réglementation apparut, non en France, mais en Belgique (5). En France il a fallu attendre le décret du 28 juin 1938, fixant, non pas un maximum comme en Belgique, mais un minimum de non-alcool. Il a été fixé à 280.

Cela signifie que toute eau-de-vie n'atteignant pas ce taux de non-alcool sera rangée dans la classe des alcools plus ou moins rectifiés et de ce fait réservée au marché de l'État.

Pourquoi ce chiffre? C'est que tous les documents analytiques établis avec les Cognacs, les Armagnacs, accusent des doses de non-alcool supérieures généralement à 300. Pour les Rhums et certaines eaux-de-vie également, cette limite approche souvent 250.

On a pris entre ces deux limites presque la moyenne arithmétique. Soulignons que ces documents analytiques remontent pour la plupart au XIX^{e} siècle et quelques-uns seulement au début de notre siècle; qu'on étend ce minimum à toutes les eaux-de-vie alors que les documents analytiques manquaient pour les régions autres que l'Armagnac et la Saintonge. Pour le Languedoc en particulier, nous ne trouvons qu'une eau-de-vie de marc analysée (1).

C'est pour combler cette lacune que ce travail a été fait. Il doit apporter tout d'abord les documents tout à fait comparables à ceux fournis pour les autres régions. C'est pourquoi nous avons dû appliquer les méthodes analytiques qui avaient servi alors, c'est-à-dire la méthode officielle de dosage des eaux-de-vie, vieille de plus d'un quart de siècle!

Méthodes d'analyse.

Les déterminations comportent tout d'abord l'appréciation du degré alcoolique, ensuite la détermination du non-alcool. Remarquons que le titre alcoolique n'indique pas la proportion d'alcool éthylique, celle-ci est calculée en déduisant du titre alcoolique le titre correspondant au non-alcool.

Quant au *non-alcool* il est apprécié en dosant successivement :

1° Les acides évalués en acide acétique ;
2° Les éthers évalués en acétate d'éthyle ;
3° Les aldéhydes évalués en éthanal ;
4° Les alcools supérieurs évalués en alcool isobutylique ;
5° Le furfurol évalué en furfurol.

Ainsi quatre résultats sur cinq sont exprimés par des nombres conventionnels. Et si l'acide acétique, l'acétate d'éthyle, et l'éthanal constituent respectivement les portions les plus grandes de l'acidité, des éthers et des aldéhydes, c'est tout le contraire pour l'alcool isobutylique, dont la proportion serait tout au plus le 1/20e de la dose d'alcool amylique contenu dans ces spiritueux. Aussi le total ainsi obtenu est souvent loin de celui que fournirait l'addition de quantités pondérales directement déterminées. Cette remarque souligne la nécessité d'établir une nouvelle technique analytique des eaux-de-vie où les divers constituants seront directement appréciés et non plus dosés par fonction. On y gagnera une caractérisation plus précise des alcools en général, des eaux-de-vie en particulier.

Composition des eaux-de-vie.

Eaux-de-vie de marc.

Les marcs ou résidus de l'expression des raisins fermentés retiennent une quantité de vin variant de 40 à 50 litres environ par 100 kilogrammes de marc. Cela fait environ 4 litres d'alcool pur, cette proportion étant évidemment influencée par le titre du vin et le taux du pressurage.

Deux moyens sont utilisés pour extraire cet alcool du marc : ou bien la distillation directe du marc en calendre : c'est le type d'eau-de-vie que nous avons analysé sous le nom d'eau-de-vie de marc (Tableau I) ; ou bien la distillation de la *piquette* provenant de la macération du marc dans l'eau froide pendant un temps plus ou moins long ; cette opération est réalisée par lavage méthodique du marc frais remplissant une batterie de cuves. Dans ces conditions l'alcool obtenu n'offre pas toujours des caractéristiques particulières. (Tableau II.)

Le coefficient *non-alcool* des alcools de marc varie de 676,7 à 1.526,1, soit dans une proportion de 125 p. 100. Très élevé, il est surtout caractérisé par la variabilité de ses constituants :

Les acides varient de 25,6 à 240, soit une variation de 837 p. 100 ;
Les aldéhydes varient de 32 à 576, soit une variation de 1.700 p. 100 ;
Les éthers varient de 96,8 à 688, soit une variation de 610 p. 100 ;
Les alcools supérieurs varient de 250 à 400, soit une variation de 60 p. 100.

Ces taux et cette variabilité caractérisent aussi les eaux-de-vie de marc des autres régions. Quelle en est la raison ? Vraisemblablement à l'origine l'état de conservation du marc. Ensilé il voit se développer les éthers et les produits d'oxydation : acides et aldéhydes. Nous remarquons en particulier dans le tableau I la dose très élevée d'aldéhydes, qui est la caractéristique la plus nette de nos eaux-de-vie de marc. En outre des fermentations diverses peuvent se produire au détriment des matières cellulosiques et

albuminoïdes et provoquer la production d'acides et d'alcools supérieurs (6). Enfin la distillation peut influencer le pourcentage de ces constituants.

Remarquons enfin la présence de furfurol, non négligeable dans certains cas.

I. Eaux-de-vie de marc.

	1 — EAU-DE-VIE région NARBONNAISE —	2 — EAU-DE-VIE de CASCASTEL (Aude). —	3 — EAU-DE-VIE de MONTLAUR (Aude). —	4 — EAU-DE-VIE de VILLESÈQUE-DES-CORBIÈRES (Aude). —	5 — EAU-DE-VIE région DE PÉZÉNAS (Hérault). —	6 — EAU-DE-VIE région de PERPIGNAN (Pyr.-Or.). —	7 — EAU-DE-VIE région DE BÉZIERS (Hérault). —
Titre alcoolique à 15°.	51°9	56°9	57°9	59°7	68°5	66°3	60°
Acidité par litre.....	0,14	0,24	0,23	0,30	0,28	0,17	1,44
Composition par Hl. d'alcool à 100° (en gr.).							
Acides.....	26,9	42,	39,7	50,2	40,8	25,6	240
Aldéhydes.....	510,0	576	308	330	250	32	198
Furfurol.....	0,7	1,3	0,8	traces	1,9	0	traces
Ethers.....	172,5	144,4	130,6	96,8	132	194,4	688,1
Alcools.....	360	370	250	252	252	260	400
Total ou coefficient non-alcool.....	1.070,1	1.133,7	729,1	729,0	676,7	512,0	1.526,1

Eaux-de-vie de piquettes.

Voici les résultats pour les eaux-de-vie de piquettes définies plus haut :

II. Eaux-de-vie de piquettes.

	1 — EAU-DE-VIE de NARBONNE. —	2 — EAU-DE-VIE de NARBONNE. —	3 — EAU-DE-VIE de NARBONNE. —	4 — EAU-DE-VIE de NARBONNE. —	5 — EAU-DE-VIE de PERPIGNAN. —	6 — EAU-DE-VIE de BÉZIERS. —
Titre alcoolique à 15°..	65°3	65°3	68°	68°7	69°3	63°5
Acidité par litre.....	0,07	0,24	0,27	0,204	0,048	0,03
Composition par Hl. d'alcool à 100° (en gr.).						
Acides.....	10,7	36,7	39,7	29,6	6,9	4,7
Aldéhydes.....	105	54	23	25	23,5	152
Furfurol.....	traces	0	traces	0	0	0
Ethers.....	40,50	58,10	281,6	56,3	82,7	193
Alcools supérieurs....	236	232	190	190	170	250
Total ou coefficient non-alcool.....	392,20	380,8	534,3	300,9	283,1	599,7

Déjà on constate que ces eaux-de-vie ont un non-alcool bien moins élevé que celui des eaux-de-vie de marc. Il varie de 283,1 à 599,7, c'est-à-dire de 112 p. 100. Ses constituants varient :

Les acides de 4,7 à 39,7, soit de 745 p. 100;

Les aldéhydes de 23 à 152, soit de 560 p. 100;

Les éthers de 40,5 à 281,6, soit de 595 p. 100;

Les alcools supérieurs de 170 à 250, soit de 47 p. 100 seulement.

On peut constater que l'allure des variations rappelle toutefois celle des alcools de marc : grande variation pour tous les éléments, faible variation pour les alcools supérieurs qui apparaissent comme l'élément le plus constant.

Eaux-de-vie de lies.

Le vin décuvé laisse déposer ses lies, riches en levures, qu'on sépare au premier soutirage. Les lies à leur tour se partagent en deux couches : la première, liquide, constitue le *vin de lies;* la deuxième, consistante, constitue la *lie* proprement dite. Mais au lieu d'attendre la séparation naturelle du vin de lie, on peut l'obtenir aussitôt par pressurage ou filtration des lies. La distillation du vin de *lie* donnera une *eau-de-vie de vin;* de même la distillation du vin de lie de filtration. Mais la distillation du vin de lie de pressurage donne — définition du Service des Alcools — l'eau-de-vie de lie. Or tous ces produits ne diffèrent que très peu ou pas du tout. Ce n'est plus le cas lorsqu'on distille *directement* la lie brute. C'est véritablement l'*eau-de-vie de lie* que l'on obtient ainsi. Ce sont ces eaux-de-vie que nous avons analysées.

Lorsqu'on a établi cette distinction on a voulu diminuer la valeur marchande de l'eau de-vie de lie au bénéfice de l'eau-de-vie de vin. Mesure regrettable puisque la fin d'une eau-de-vie est toujours sa consommation, c'est-à-dire la dégustation et que l'eau-de-vie de lie est souvent plus aromatique et bouquetée que l'eau-de-vie de vin, surtout si l'on a évité l'emploi de produits sulfureux. L'influence bienfaisante des lies est si connue, qu'en Charente on distille les vins jeunes contenant encore des levures en suspension (7).

Voici les résultats obtenus sur trois eaux-de-vie de lie :

III. Eaux-de-vie de lies.

	1 EAU-DE-VIE de NARBONNE.	2 EAU-DE-VIE de NARBONNE.	3 EAU-DE-VIE de PERPIGNAN.
Titre alcoolique à 15°.....	70°	65°4	70°
Acidité par litre.....	0,62	0,62	0,45
Composition par Hl. d'alcool à 100° (en gr.).			
Acides.....	88	94,8	64
Aldéhydes.....	34	35	38
Furfurol.....	traces	traces	0
Ethers.....	116,10	130,25	199
Alcools supérieurs.....	130	140	260
Total ou coefficient non-alcool...	368,10	400,05	561

Si le non-alcool varie de 368,10 à 561 soit dans la proportion de 52 p. 100, ses constituants varient :

Les acides de 64 à 94.8 soit de 48 p. 100;

Les aldéhydes de 34 à 38 soit de 11 p. 100;

Les éthers de 116 à 199 soit de 71 p. 100;
Les alcools supérieurs 130 à 260 soit de 100 p. 100.
Ces variations, dans nos essais, sont loin d'atteindre celles des eaux-de-vie de marc.

Eaux-de-vie de vin.

Nous désignons ainsi uniquement les alcools provenant de la distillation directe des vins sans rectification ultérieure. Sur 11 échantillons, 9 dérivaient de vins sains et un d'un vin altéré. Enfin un échantillon était une eau-de-vie vieille alors que tous les autres ont été produits au cours des campagnes 1936-1937 et 1937-1938.

IV. Eaux-de-vie de vins.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	NAR-BONNE.	NAR-BONNE.	NAR-BONNE.	MONT-LAUR (AUDE).	POMAS (AUDE)	BÉ-ZIERS.	PERPI-GNAN.	NAR-BONNE.	NAR-BONNE.	E. D. V. vieille NAR-BONNE.	E. D. V. de NARBONNE. (vin altéré).
Titre alcoolique à 15°.....	68°3	53°4	67°3	59°6	51°2	63°5	64°4	69°3	68°5	52°1	48°7
Acidité par litre	0,3	0,2	0,11	0,31	0,29	0,26	0,55	0,24	0,06	0,96	0,94
Composition par Hl. alcool à 100° (en gr.).											
Acides.....	43,9	37,4	16,4	52	56,6	40,9	85,4	34,6	8,7	184,2	193
Aldéhydes.....	25	22	24	60	40	14	24	23	19	20	33
Furfurol.....	traces	traces	traces	traces	traces	0	traces	0	traces	traces	traces
Ethers.....	184,8	119,7	170,7	169	174,2	140,8	233,5	65,1	149,6	184,8	290,4
Alcools supérieurs.....	170	200	110	300	240	230	240	200	140	160	420
Total ou coefficient non alcool.....	423,7	379,1	321,1	581	510,8	425,7	582,9	322,7	317,3	549	936,4

On voit que le non-alcool des eaux-de-vie jeunes varie de 317,3 à 580, c'est-à-dire de 83 p. 100. Et ses éléments constitutifs varient :
Les acides de 8,7 à 85,4 soit de 881 p. 100;
Les aldéhydes de 14 à 60 soit de 328 p. 100;
Les éthers de 65,10 à 233, 5 soit de 258 p. 100;
Les alcools supérieurs de 110 à 300 soit de 172 p. 100.
Ici encore c'est le taux des alcools supérieurs qui varie le moins, mais plus encore que le taux global du non-alcool.

Si nous examinons à présent les deux autres eaux-de-vie, on peut faire deux observations intéressantes.

Pour l'eau-de-vie provenant du *vin altéré*, si nous notons une dose très élevée d'acides, l'augmentation des éthers et surtout des alcools supérieurs est remarquable. Ce résultat ne doit pas surprendre quand on connaît l'influence du vin lui-même sur la composition de l'eau-de-vie (2). Quant à l'eau-de-vie vieille l'accroissement des acides est sensible. Leur taux atteint 184,2 soit 116 p. 100 de plus que celui de l'eau-de-vie jeune la plus riche et 2.017 p. 100 de plus que celui de l'eau-de-vie jeune la moins riche. Les autres éléments n'offrent aucune caractéristique particulière. Ainsi se trouvent confirmées sur une eau-de-vie du Languedoc, les observations faites déjà par X. Rocques sur le vieillissement des eaux-de-vie (9).

Nous ne pouvons terminer ce chapitre sans régler la question des *eaux-de-vie* dites *neutres* qui durant de longs mois furent autorisées sur le marché libre des eaux-de-vie

Voici l'analyse des seuls échantillons que nous avons pu obtenir :

V. Eaux-de-vie « neutres ».

	Saint-André-de-Sagonis (Hérault).	
	1	2
	—	—
Titre alcoolique à 15°.....	64°4	68°9
Acidité par litre.....	0,012	0,012
Composition par Hl. d'alcool à 100° (en gr.).		
Acides.....	1,8	1,7
Aldéhydes.....	8	7
Furfurol.....	0	0
Ethers.....	11,44	13,20
Alcools supérieurs.....	traces	traces
Total ou coefficient non-alcool..	21,24	21,9

Il est indiscutable que ces eaux-de-vie ne sont que des alcools rectifiés ramenés au titre alcoolique des eaux-de-vie par dilution aqueuse. Ces alcools auraient dû être toujours réservés au marché de l'État. Alimentant le marché libre, ils ont fait une concurrence regrettable aux eaux-de-vie naturelles et causé en outre un grave préjudice au Trésor public. Et cela sous la surveillance impuissante des agents du Ministère des Finances ! Il leur a fallu de longs mois pour constater que de tels alcools subissaient dans l'appareil distillatoire, d'abord une rectification, ensuite une dilution aqueuse.

En résumé les eaux-de-vie analysées, quelles que soient leur origine et leur nature, satisfont aux conditions requises imposées par le décret du 26 juin 1938. Leur non-alcool, toujours supérieur à 280, est tout-à-fait comparable à celui des eaux-de-vie de même nature, mais d'origine différente : Armagnac et Cognac en particulier.

Leur non-alcool distingue assez nettement leur nature. Les plus riches en non-alcool sont toujours les eaux-de-vie de marc ; les plus faibles les eaux-de-vie de vin. Quant aux eaux-de-vie de piquette et de lie, elles tendent à se rapprocher des eaux-de-vie de vin. Ces résultats sont clairement traduits dans la graphique I où sont inscrits tous les résultats des tableaux I, II, III, IV, V ainsi que ceux du tableau IX qu'on trouvera plus loin.

La dégustation ajoute un caractère distinctif particulièrement net dans quelques circonstances, plus indicatif même que le non-alcool parfois défaillant en l'espèce. C'est le cas des eaux-de-vie de lies et de piquettes.

Variation de la composition des eaux-de-vie de vin avec le mode de distillation.

Des essais ont d'abord été faits à la Station à partir de vins vinifiés au laboratoire sans emploi de produits œnologiques, donc, en particulier, sans anhydride sulfureux. Les vins ont été distillés dans un alambic en cuivre construit tout spécialement de manière à réaliser, à échelle réduite, les conditions de la pratique. Cet alambic possédait un rétrogradateur, une courte colonne à trois plateaux et un réchauffeur. Son volume

était tel qu'il nous permettait de mettre en œuvre 1 l. 500 de vin et de recueillir chaque fois 300 centimètres cubes d'eau-de-vie.

Nous avons ainsi réalisé les distillations suivantes :

1° Distillation rapide avec *rétrogradation* ;

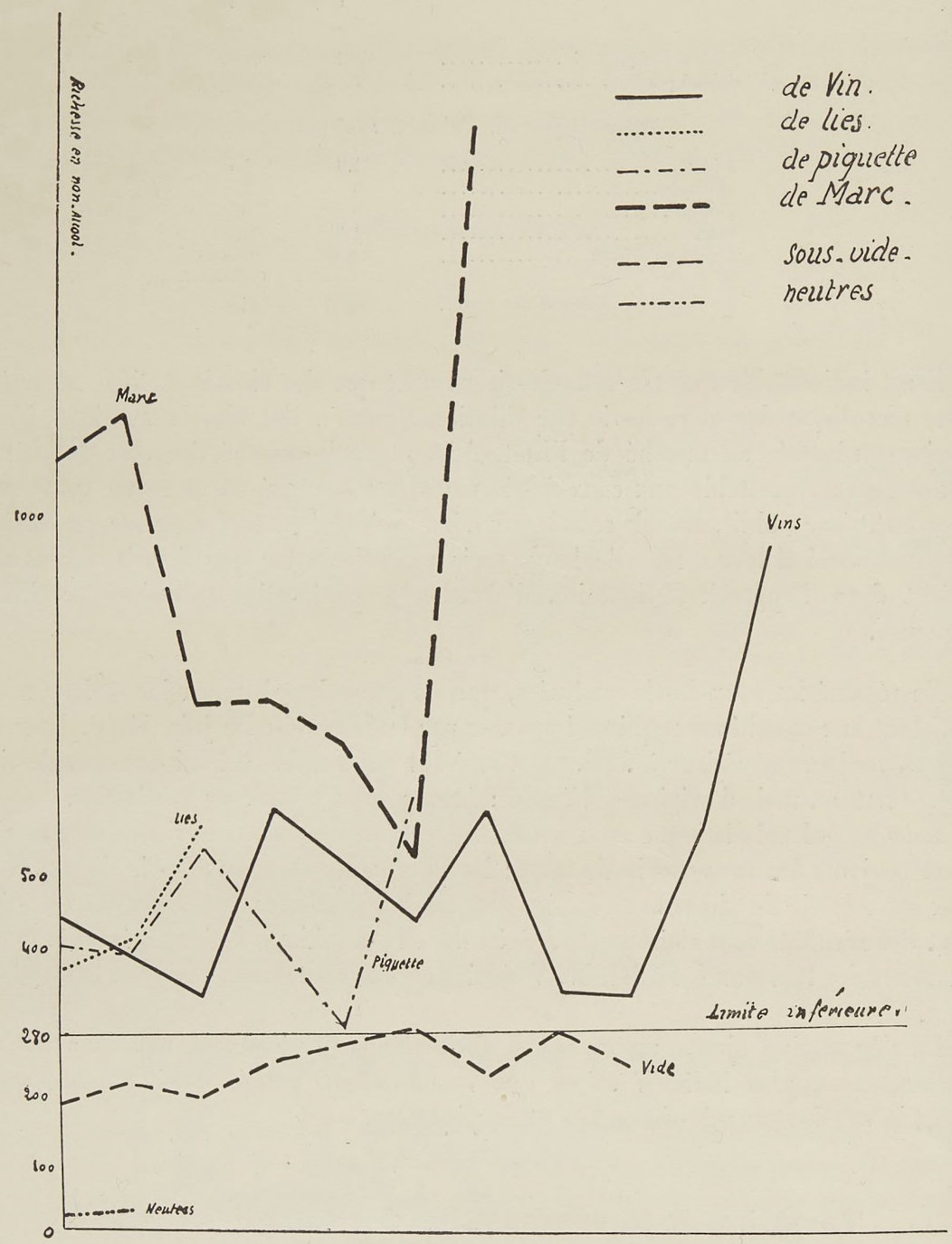


Fig. 1. — Non-alcool dans les eaux-de-vie en grammes par hectolitre d'alcool 100°.

2° Distillation comme la précédente, mais *sans rétrogradation* ;

3° Distillation *lente avec rétrogradation* ;

4° Distillation comme la précédente, mais *sans rétrogradation* ;

5° Distillation comme en 3, mais avec *suppression des plateaux*, c'est-à-dire en réalisant les conditions de la pratique si l'on *distille en continu;*

6° Distillation comme la précédente mais en *présence de lies* de fermentation.

Les plateaux furent donc supprimés dans les expériences 5 et 6 seulement. Dans ces conditions nous avons pu étudier l'influence :

a. De la rétrogradation et de la vitesse de distillation;

b. Des plateaux;

c. Des lies bourbeuses.

Et les essais ont porté sur six vins : A, B, C, D, E, F pour chacun desquels toutes ces opérations ont été effectuées et ont donné les séries d'expériences correspondantes Série A, Série B, ... Série F.

Influence de la rétrogradation.

Les essais ont été effectués d'abord par distillation rapide qui a duré 30-35 minutes; ensuite par distillation lente ayant duré de 2 à 2 h. 30. Tous les résultats sont inclus dans le tableau VI. Les colonnes 1 et 3 correspondent à la rétrogradation, les colonnes 2 et 4 à l'absence de rétrogradation. Il faut donc comparer les résultats de la colonne 1 à ceux de la colonne 2, et ceux de la colonne 3 à ceux de la colonne 4.

VI. DISTILLATION RAPIDE { AVEC RÉTROGRADATION (1). SANS RÉTROGRADATION (2).

SÉRIES.	DEGRÉ ALCOOLIQUE.		ACIDITÉ.		ALDÉHYDES.		ÉTHERS.		ALCOOLS SUPÉRIEURS.		NON ALCOOL.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A.....	47°		89,3		69,6		160		65		383,9	
B.....	52°3		36,3		25		88		88		237,3	
C.....	56°1	49°6	35,6	80,6	20	20,5	59,8	59,8	132	137	247,4	297,9
D.....	53°8	54°9	13	10,9	28	25	79,2	91,5	160	230	280,2	357,4
E.....	65°	55°1	14,6	39,9	17	18	65,1	79,2	140	150	236,7	287,1
F.....	52°	46°	65,4	52,2	20	20	65,1	52,8	92	72	242,5	197,0

Les résultats sont exprimés en grammes par hectolitres d'alcool à 100°.

DISTILLATION LENTE { AVEC RÉTROGRADATION (3). SANS RÉTROGRADATION (4).

SÉRIES.	DEGRÉ ALCOOLIQUE.		ACIDITÉ.		ALDÉHYDES.		ETHERS.		ALCOOLS SUPÉRIEURS.		NON ALCOOL.	
	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A.....	49°5	46°5	84,8	96,7	70,8	67,8	165,5	151,4	160	114	481,5	429,9
B.....	57°9		35,2		23,6		112,6		94		265,4	
C.....	58°4	55°2	42,8	72,4	20,5	20,5	54,5	132	139	159	256,8	383,9
D.....	72°2	61°7	8,3	9,7	28	24	84,5	120,5	160	230	280,8	384,2
E.....	66°1	58°6	25,7	32,4	16,2	14	70,4	73,9	140	174	252,3	294,3
F.....	45°3	48°5	48,5	53,6	19,5	20	54,6	56,3	66	80	189,3	209,9

Que la distillation soit rapide ou lente, on constate que la rétrogradation :

1° Augmente généralement le degré alcoolique;

2° Diminue généralement le taux du non-alcool.

Si nous examinons les variations de chacun des constituants du non-alcool on voit que sous l'effet de la rétrogradation :

1° La proportion des acides, des éthers, des alcools supérieurs diminue généralement;

2° Celle des aldéhydes n'est pas sensiblement modifiée, ce qui s'explique par leur faible point d'ébullition et leur grande volatilité quelles que soient les modalités de la distillation.

Donc d'une façon générale la diminution du *non-alcool* est due à la diminution de chacun de ses constituants. Ces résultats montrent bien que par cette opération on *rectifie* partiellement l'eau-de-vie. Or la dégustation a montré que les eaux-de-vie distillées sans rétrogradation étaient beaucoup plus aromatiques et veloutées. Cette opération ne serait donc pas recommandable.

Influence de la vitesse de distillation.

Pour l'apprécier, il suffit de comparer les résultats de la colonne 1 à ceux de la colonne 3 et ceux de la colonne 2 aux résultats de la colonne 4.

On voit que :

1° Le degré alcoolique est en général plus élevé dans les essais avec distillation lente;

2° Le taux du *non-alcool* a tendance à être plus élevé dans les distillations lentes. 7 essais sur 10 répondent à cette observation. Mais dans une série cependant, il n'y a pas de différence entre les deux coefficients et dans deux autres le coefficient du non-alcool est plus faible dans la distillation lente.

Que sont les variations des différents éléments de ce non-alcool avec la *réduction de la vitesse de distillation?*

1° Les acides sont en proportions ou légèrement plus faibles, ou souvent voisines.

2° Les aldéhydes ne varient sensiblement pas.

3° Les éthers paraissent avoir tendance à être plus élevés.

4° Les alcools supérieurs sont généralement plus élevés.

Enfin on peut constater que lorsque l'augmentation du non-alcool est importante, celle-ci est donnée, ou par l'accroissement de la dose d'éthers et alors les alcools supérieurs varient relativement peu, ou par l'accroissement de la teneur en alcools supérieurs et alors la dose d'éthers reste sensiblement la même.

Ces résultats montrent en bloc que la vitesse de distillation influence l'éthérification et l'entraînement des alcools supérieurs. Faible, elle tend à provoquer une *concentration* des constituants du non-alcool alors que la rétrogradation favorise leur *rectification.*

Influence des plateaux.

Pour examiner l'influence des plateaux, nous avons à comparer les résultats des essais 3 et 5.

VII. DISTILLATION { AVEC PLATEAUX (3). SANS PLATEAUX (5).

SÉRIES.	DEGRÉ ALCOOLIQUE.		ACIDITÉ.		ALDÉHYDES.		ÉTHERS.		ALCOOLS SUPÉRIEURS.		NON ALCOOL.	
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A.....	49°5	43°7	84,8	82,3	70,8	180	165,5	132	160	100	481,5	494,3
B.....	57°9	53°9	35,2	29.3	23,6	23,6	119,6	89,8	94	94	265,4	237,1
C.....	58°4	55°8	42,8	35,8	20,5	23,5	54,5	47,5	139	152	256,8	258,8
D.....	72°2	66°3	8,3	7,5	28	28	84,5	110,9	160	160	280,8	306,4
E.....	66°1	67°7	25,7	19.2	16,2	14,5	70,4	72,1	140	150	252,3	255,8
F.....	45°3	50°8	48,5	51,2	19,5	21	54,6	58,1	66	80	189,3	210,7

Les résultats sont exprimés en grammes par hectolitre d'alcool à 100°.

On remarque que si la distillation est effectuée sans plateaux :

1° Le titre alcoolique des eaux-de-vie est plus faible dans la généralité des cas;

2° Le coefficient non-alcool est légèrement plus élevé en général. C'est dire que les plateaux augmenteraient l'effet de la rétrogradation et contribueraient à l'élimination du non-alcool.

Comment varient dans ce cas les différents constituants?

1° Les acides ne varient que dans de faibles limites. Les plateaux semblent favoriser leur concentration.

2° Les aldéhydes restent généralement au même taux.

3° Les éthers et les alcools supérieurs varient assez irrégulièrement.

En résumé la variation du coefficient non-alcool a été, dans nos expériences, très peu influencée par la présence des plateaux. Ils ont favorisé l'épuisement des vapeurs alcooliques et non leur concentration.

Influence des lies.

Nous avons recherché l'influence des dépôts de levures sur la composition et le caractère organoleptique de l'eau-de-vie.

A cet effet nous avons comparé les résultats des essais 3 avec ceux obtenus en distillant dans les mêmes conditions les vins chargés de leur dépôt de levures : ce furent les essais n° 6. Voici les résultats :

VIII. INFLUENCE DES LIES. { VIN LIMPIDE (3). VIN AVEC LIE (6).

SÉRIES.	DEGRÉ ALCOOLIQUE.		ACIDITÉ.		ALDÉHYDES.		ÉTHERS.		ALCOOLS SUPÉRIEURS.		NON ALCOOL.	
	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A.....	49°5		84,8		70,8		165,5		160		481,5	
B.....	57°9	50°6	35,2	47,4	23,6	24,4	112,6	91,5	94	100	265,4	263,3
C.....	58°4	52°1	42,8	115,1	20,5	23,5	54,5	88	139	143	256,8	369,6
D.....	72°2	56°1	8,3	14,2	28	29	84,5	174,2	160	220	280.8	437,4
E.....	66°1	55°5	25,7	43,2	16,2	20	70,4	100,3	140	150	252,3	313,5
F.....	45°3	45°	48,5	64,4	19,5	22	54,6	93,3	66	72	189,3	261,7

Les résultats sont exprimés en grammes par hectolitre d'alcool à 100°.

On constate qu'en présence de lies :

1° Le degré alcoolique est plus faible;

2° Le total du non-alcool est sensiblement plus élevé.

A la dégustation ces dernières eaux-de-vie paraissent plus bouquetées et plus moelleuses que les autres.

Comment varient les divers composants de ce non-alcool :

1° Les acides sont plus élevés dans les distillats faits en présence de lies;

2° Les aldéhydes et les alcools supérieurs sont également en accroissement;

3° Les éthers augmentent généralement, même dans des proportions élevées.

En résumé l'accroissement du non-alcool, sous l'influence des lies, est dû à l'augmentation de tous ses constituants.

Remarquons enfin d'une façon très générale que si un certain nombre d'eaux-de-vie obtenues au laboratoire satisfont à la limite 280, d'autres, par contre, ne l'atteignent pas.

Influence de la distillation sous vide.

Nous avions essayé de réaliser une distillation sous vide avec l'appareillage qui nous avait précédemment servi. Nous n'avons pu y réussir. L'essai a été réalisé industriellement à Narbonne en notre présence [1]. La colonne distillatoire, très simple, ne comporte aucun organe de rectification, aucun prélèvement d'impuretés, aucun plateau de concentration, aucune rétrogradation. Elle est donc identique à toutes les colonnes travaillant en *discontinu* utilisées pour l'obtention des eaux-de-vie ordinaires; la rétrogradation n'étant opérée que lorsque la distillation est réalisée *en continu*.

L'appareil a fonctionné sous une pression variant de 100 à 150 millimètres de mercure et la température de distillation correspondante était située entre 40 et 45° C.

IX. Eaux-de-vie obtenues sous vide.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Titre alcoolique à 15°.	69°7	46°3	53°2	58°8	51°1	43°	41°6	50°4	73°1
Acidité par litre.....	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,28	0,04	0,03	0,12
Composition par Hl. d'alcool à 100° (en gr.).									
Acides.....	11,4	12,9	11,2	8,5	9,7	65,1	96,1	59,5	16.4
Aldéhydes.....	13,2	18,2	16,2	14,7	16	19,1	15,5	15	15
Furfurol.....	0	0	0	0	0	0	traces	traces	0
Ethers.....	66,8	70,4	70,4	84,5	80,9	77,4	51,0	79,2	45.7
Alcools supérieurs....	87,5	100	89	126	153	177	100	120	150
Total ou coefficient non-alcool.....	178,9	201,5	186,3	233,7	259,6	278,6	262,6	273,7	227,1

Tout d'abord on est frappé par les caractères organoleptiques de ces eaux-de-vie. Elles ont un bouquet extraordinaire, un arôme où l'on perçoit un parfum de vanille. Abandonnées à l'évaporation spontanée, elles laissent subsister un parfum délicieux

[1] Nous remercions vivement M. Barbet, constructeur et M. Bousquet, distillateur, qui ont bien voulu réaliser l'appareillage et la fabrication de l'eau-de-vie.

nettement perceptible même après quelques jours, alors que les eaux-de-vie ordinaires ne laissent plus trace de parfum après 24 heures. Au goût elles sont moelleuses, sans l'impression désagréable du « feu » que donnent la plupart des eaux-de-vie fraîchement distillées. Devant de tels caractères on s'attend à une valeur particulière du non-alcool ce qui a lieu. *Mais le non-alcool est très généralement inférieur à la limite de 280.*

Comparons à présent la moyenne de ces eaux-de-vie à l'eau-de-vie moyenne résultant du mélange des eaux-de-vie de vin sain (tableau IV). Nous obtenons le tableau comparatif suivant :

X. COMPARAISON DES EAUX-DE-VIE DE VIN OBTENUES { SOUS PRESSION ATMOSPHÉRIQUE. SOUS VIDE.

	NON ALCOOL. —	ACIDES. —	ALDÉHYDES. —	FURFUROL. —	ETHERS. —	ALCOOLS SUPÉRIEURS. —
Distillation (pression atmosphérique).....	428,1	41,7	27,9	traces	155.2	203
Distillation (vide).....	233,6	32.3	15,8	0	69,5	105,8

Le *non-alcool* atteint seulement 233,6 au lieu de 428. Il a diminué par conséquent de 45 p. 100.

Comment varient chacun de ses constituants?

Les *acides* s'élèvent à 32,3 au lieu de 41, 7 ; la diminution est de 22 p. 100.

Les *aldéhydes* s'élèvent à 15, 8 au lieu de 27,9 ; la diminution est de 43 p. 100. Ces faits s'expliqueraient par l'atténuation des phénomènes d'oxydation. C'est pour cela que M. M. V. IONESCU et V. N. GEORGESCU (3) appliquent, dans leur étude sur l'élimination des aldéhydes, la distillation sous pression réduite pour en éviter la formation.

Les *éthers* s'élèvent à 69,5 au lieu de 155,2 ; la diminution est de 54 p. 100. Il est probable que le phénomène d'éthérification est moins favorisé dans le premier cas, la distillation s'opérant à une température plus basse.

Les alcools supérieurs s'élèvent à 105,8 au lieu de 203 ; la diminution est de 48 p. 100.

C'est le moment de rappeler le but de l'industrie des eaux-de-vie : extraire cet esprit contenu dans le vin, l'extraire aussi pur que possible. Les techniques primitives donnaient bien cet esprit mais combien souillé par la réaction de parois surchauffées sur les produits extractifs, d'où ce goût de cuit, d'où encore le goût de feu des eaux-de-vie fraîchement distillées. Aussi cet esprit était-il accompagné de tous ces produits étrangers élaborés au cours d'une distillation défectueuse ou dans leur appareillage trop primitif. Mais peu à peu celui-ci et celle-là se sont perfectionnés ; le non-alcool s'est amenuisé par la diminution de ces constituants accidentels. Ne devrait-on pas essayer de les éliminer complètement ?

On sait aujourd'hui que seule la distillation sous vide permet d'extraire tout constituant en le respectant. Les premiers résultats que nous donne cette technique éclairent singulièrement cette question du non-alcool. Il est incontestable que de telles eaux-de-vie sont autrement savoureuses que toutes les autres. Or la dégustation n'est-elle pas plus sensible et sûre que l'analyse et ne devrait-elle pas constituer le moyen essentiel d'investigation, en attendant des méthodes plus sûres et plus exactes? (10). Aussi est-il paradoxal de voir, en vertu du décret du 28 juin 1938, de telles eaux-de-vie proscrites du marché libre des alcools et livrées obligatoirement à l'État.

Conclusions.

Nous avons constaté que les eaux-de-vie languedociennes ne se distinguaient pas, dans l'état actuel de la technique analytique, des autres eaux-de-vie nationales. Elles ont un non-alcool supérieur à 280 et satisfont aux conditions posées par le décret du 28 juin 1938; elles doivent être réservées au marché des alcools libres.

Cette similitude du taux de non-alcool peut surprendre ceux qui opposent le mode de distillation des Charentes à la technique opératoire de nos distilleries. Le fait de produire, en Charentes, le brouillis au cours d'une première distillation, de le distiller ensuite dans le même appareil en éliminant avec une science consommée par la pratique et la tradition une partie des produits de tête et de queue, n'est-ce pas faire une rectification que nous appellerons *discontinue*, par opposition à la rectification *continue*, si réduite, qu'opèrent nos grands distillateurs? Les résultats prouvent bien d'ailleurs que les deux opérations sont réellement assimilables.

Nous avons montré que *les eaux-de-vie* dites *neutres* n'étaient que des alcools rectifiés ayant subi une dilution aqueuse et devaient, sous le régime actuel de l'alcool, être prises en charge par la Caisse des alcools.

Nous avons étudié l'influence des *modalités* de la distillation sur le taux du coefficient non-alcool. On accroît le caractère générique des eaux-de-vie en *supprimant toute rétrogradation,* en *éliminant ensuite tout plateau,* enfin en *opérant la distillation aussi lentement que possible.* Si en outre on veut augmenter la suavité de l'eau-de-vie, on gagnera à *opérer en présence de lies fraîches à la condition que celles-ci proviennent de fermentations alcooliques réalisées en dehors de tout produit sulfureux.*

Nous avons étudié la *production des eaux-de-vie par la distillation sous vide.* La qualité gustative de ces eaux-de-vie est extraordinaire, malheureusement leur non-alcool est voisin de 200 seulement.

Ces résultats si curieux devraient faire reconsidérer la définition des eaux-de-vie naturelles et partant toute leur législation. La définition de l'eau-de-vie naturelle devraient tenir compte, non seulement du produit originel, mais aussi du mode de distillation, du progrès possible de la technique distillatoire et des effets du vieillissement. C'est dire encore que l'étude de cet esprit devrait porter, non pas sur un non-alcool imprécis dans son sens, si variable avec des constituants singulièrement capricieux, mais sur ces constituants même. En d'autres termes, il est temps que s'élabore une nouvelle technique exactement définie du dosage des alcools, des eaux-de-vie en particulier. Lorsque nous connaîtrons tous leurs constituants, leurs proportions respectives et la nature de leur combinaison, la fraude pourra être heureusement combattue.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1899. Girard (Ch.) et Cuniasse (L.). — Manuel pratique de l'Analyse des alcools et des spiritueux. (Masson et C^ie^, Éd., Paris, 1899, p. 295.)

2. 1907. Kayser (E.) et Demolon (A.). — Contribution à l'étude des eaux-de-vie de vin. (*Rev. Vit.*, t. XXVIII, 1907, p. 119.)

3. 1933. V. Ionescu (M.) et N. Georgescu (V.). — *Bull. Soc. Ch.*, 4^e^ série, t. LIII, 1933, p. 899.

4. 1903. Mathieu (L.). — Les grandes eaux-de-vie françaises et la nouvelle loi belge. (*Rev. Vit.*, t. XIX, p. 186.)

5. 1903. Mathieu (L.). — *Loc. cit.*

6. 1909. Mathieu (L.). — Le non alcool dans les eaux-de-vie naturelles. (*Rev. Vit.*, t. XXXII, 1909, p. 533.)

7. 1894. Ordonneau (C.). — De la distillation du vin et de la fabrication de l'eau-de-vie. (*Rev. Vit.*, t. II, 1894, p. 565.)

8. 1900. Quantin. — 4e Congrès international de chimie appliquée. (Paris, 1900, p. 777.)

9. 1896. Rocques (X.). — Modifications apportées par le vieillissement à la composition des eaux-de-vie. (*Ann. ch. an.*, t. I, 1896, p. 385.)

10. 1912. Semichon (L.). — La dénomination des alcools de vins. (*Rev. Vit.*, t. XXXVII, 1912, p. 7.)

CONTRIBUTION
À L'ÉTUDE DES BLÉS INDIGÈNES
(RÉCOLTES 1935, 1936 ET 1937) [1]

par P. Nottin,
Professeur à l'Institut national agronomique.

Introduction.

Chaque récolte de blé présente des caractères particuliers qui ont une répercussion sur les techniques meunière et boulangère. Aussi, chaque année, les industriels utilisent-ils ces variations pour réclamer quelque adoucissement des règlements en vigueur. Il est donc nécessaire que l'Administration ait une documentation qui puisse confirmer ou infirmer celle produite par les intéressés. D'autre part, il importe de savoir si la violente campagne entreprise contre les blés indigènes est justifiée et doit être prise en considération par les agriculteurs.

C'est dans ce double but que le laboratoire de contrôle des farines a examiné des échantillons de blé envoyés par des coopératives de stockage, réparties dans toute la France et situées dans les départements les plus grands producteurs de chaque région agricole.

Pour évaluer la qualité moyenne de chaque récolte, on a fait intervenir l'importance relative de la production de chaque département afin de calculer des moyennes régionales. La moyenne générale résultait de ces moyennes régionales multipliées par le pourcentage de production correspondant à la région.

RÉCOLTES.	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS.	NOMBRE DE DÉPARTEMENTS.	PRODUCTION GLOBALE DE CES DÉPARTEMENTS % de la production indigène.
1935.....	44	20	36 %.
1936.....	71	33	64 %.
1937.....	61	33	63 %.

Nous ajoutons à ces 176 blés indigènes, 5 échantillons de blés importés (Canada, Tunisie, Maroc).

En raison du petit nombre des échantillons, on ne saurait voir dans ces moyennes une

[1] Avec la collaboration de A. Daron (récoltes 1935 et 1936) et de A. Alexeievsky (récolte 1937).

caractéristique en valeur absolue de la qualité des blés ; mais ces moyennes sont comparables entre elles. De plus, les variations annuelles qu'elles mettent en évidence, sont de même ordre que celles constatées dans les Centres nationaux d'expérimentation ou dans les laboratoires privés.

Les blés échantillonnés ne proviennent pas de champs d'expérience ; ce sont des blés commerciaux, mélanges de variétés plus ou moins définies, tels que ceux reçus en minoterie. Les renseignements donnés par certaines coopératives montrent que chaque échantillon a été prélevé sur un grand nombre de livraisons, provenant de plusieurs communes ; les blés étaient produits aussi bien par de petits cultivateurs que dans des exploitations importantes.

Cette enquête se poursuit en 1938 ; aussi pour éviter qu'elle ne se transforme en un concours incitant à envoyer des échantillons exceptionnels, l'origine exacte des blés n'est pas publiée ; chaque coopérative a reçu un bulletin d'analyse.

Méthode d'examen des blés.

Déterminations faites sur les grains.

Ces déterminations ont été effectuées le plus tôt possible après la réception de l'échantillon ; néanmoins comme les expéditions sont faites en sacs, l'humidité a pu varier.

Le poids de l'hectolitre est mesuré cinq fois avec une petite trémie de laboratoire. L'humidité est déterminée par dessiccation à poids constant dans une étuve à 108° sur du blé légèrement concassé. 1.000 grains sont pesés en éliminant les impuretés et le blé cassé. Le nombre de grains vitreux est compté après avoir fendu les grains au farinotome ; pour la récolte 1935 et quelques blés 1936 cette détermination n'a pas été faite. Les cendres, les matières azotées et l'essai Pelshenke (1) ont été effectués sur chaque échantillon.

D'après les résultats de ce premier examen, on procédait au mélange de quelques échantillons semblables entre eux et provenant de la même région (récolte 1935) ou du même département (récoltes 1936 et 1937).

Mouture.

Nous avons cherché à réaliser une mouture aussi voisine que possible d'une mouture industrielle. Les blés, nettoyés à sec, sont lavés, essorés, amenés à 17 p. 100 d'humidité par séchage à l'air, puis abandonnés au repos pendant 20 heures en récipients hermétiques.

La mouture est progressive comportant 6 à 7 broyages, 3 désagrégeages et 13 à 15 convertissages des semoules sassées.

Les farines de blancheur certaine sont séparées au plansichter, mais les passages de queue sont terminés à la main, pour éviter de salir les plansischters. Les farines des divers passages sont mélangées d'après leur teneur en cendres et d'après les piqûres réagissant à la pyrocatéchine (2). On obtient ainsi une farine première de qualité commerciale dosant en moyenne 0,48 p. 100 de cendres, un peu plus piquée que le type A des Douanes. Il est recueilli en outre une farine basse et des issues.

Voici à titre d'exemple le détail d'une mouture faite sur un blé 1937 (blé 103 + 104 ; Seine-et-Marne).

PASSAGES.	RENDEMENTS °/₀.	CENDRES °/₀.	RÉPARTITION DES PASSAGES.	
			FARINE 1re.	FARINE BASSE.
B1 à B4, D1, D2.....	12,09	0,50	12,09	"
B5, D3.....	5,91	0,62	5,91	"
B6.....	1,70	1,29	"	1,70
C1 à C6.....	38,53	0,39	38,53	"
C7 à C9.....	7,47	0,48	7,47	"
C10.....	1,33	0,62	1,33	"
C11.....	3,09	0,60	3,09	"
C12.....	2,08	0,69	2,08	"
C13.....	4,08	1,13	"	4,08
TOTAL des farines..	76,28		70,50	5,78
Sons refus 30.....	12,37	6,48		
Sons refus 40.....	3,04	5,00		
Issues refus 70.....	3,53	3,82		
Issues refus 120.....	3,83	2,50		
Pertes.....	0,95			
	100,00			

Du fait des pertes de farine pendant les manipulations, du fait de l'évaporation et du fait qu'il est impossible de régler, pendant la mouture, l'attaque du grain en fonction de ses propriétés particulières, nos rendements sont inférieurs à ceux obtenus en minoterie, même dans le moulin le plus mal équipé. Les tableaux indiquent les rendements en farine plus sèche que les farines commerciales; nous avons calculé les rendements moyens en farine première comptée à 15 p. 100 d'humidité :

RENDEMENTS MOYENS EN FARINE PREMIÈRE, COMPTÉE À 15 °/₀ D'HUMIDITÉ.

Récolte 1935.....	69 °/₀ (de 65 à 75 °/₀).
Récolte 1936.....	69 °/₀ (de 69 à 73 °/₀).
Récolte 1937.....	71 °/₀ (de 66 à 74 °/₀).

La mouture, faite sur 6 kilogrammes de blé avec un matériel rudimentaire, dure environ deux jours par échantillon. Elle a l'avantage de donner une farine normale, assez différente de celle que l'on obtient avec les taux de 50 à 55 p. 100 habituellement pratiqués avec les moulins d'essais. Elle a l'inconvénient de restreindre le nombre d'échantillons susceptibles d'être examinés au cours d'une année.

Déterminations faites sur la farine première.

L'humidité est dosée par dessiccation à 108° jusqu'à poids constant, les cendres par incinération au moufle. Les matières grasses sont extraites par l'éther de pétrole sur 5 grammes de farine préalablement séchée à froid dans le vide sulfurique.

L'extraction du gluten est pratiquée au glutex, ce qui donne un chiffre légèrement supérieur à celui de l'extraction à la main.

L'essai extensimétrique a été effectué avec l'ancien pétrin pour les récoltes 1935, 1936 et pour la majorité de la récolte 1937. Le pétrin extracteur a été employé à partir du blé n° 68 de la récolte 1937 ; ce pétrin extracteur donne P plus faible et G plus élevé que l'ancien pétrin ; le W est le même pour les deux pétrins.

On a déterminé le pouvoir réducteur, exprimé en maltose de suspensions de farine dans l'eau après 1 heure, 3 heures (sauf en 1935) et 6 heures de contact à 31°.

On a mesuré le gaz carbonique produit par fermentation à 31° d'un pâton pendant 1 heure, 3 heures et 6 heures.

Moyennes générales.

La comparaison des trois récoltes, prises dans leur ensemble, donne lieu aux remarques suivantes :

1° Le poids de l'hectolitre est très faible en 1936 par suite de l'humidité excessive au moment de la moisson;

2° Le poids de 1.000 grains augmente progressivement de 1935 à 1937;

3° La teneur centésimale en matières azotées des grains est la même en 1935 et 1936, mais elle s'abaisse sensiblement en 1937. Par contre si l'on calcule la matière azotée contenue dans 1.000 grains, l'écart est moins sensible entre les trois récoltes (4,52, 4,81 et 4,40); dans l'année 1936, la plus humide, chaque grain contient un peu plus d'azote, probablement par moindre élaboration d'amidon;

4° Les cendres des grains sont les mêmes en 1935 et 1937; elles sont un peu plus faibles en 1936;

5° La teneur en matières azotées de la farine est inférieure de 1,2 à 1,3 à celle des grains; elle subit donc les mêmes variations. Néanmoins la proportion de gluten sec en 1937 est à peine plus faible que celle des années précédentes; ceci ne résulte pas d'un mauvais lavage du pâton puisque la proportion de matières azotées dans le gluten sec est du même ordre pour les trois années. La raison est que, en 1937, on n'a pas rencontré de ces glutens lents à s'hydrater sur lesquels nous reviendrons plus loin;

6° La force boulangère, indiquée par l'extensimètre, est plus considérable en 1936, bien que la récolte ait été faite par temps pluvieux; la durée de rupture des boules Pelshenke confirme la force de la récolte 1936. La force boulangère ne résulte donc pas de la siccité des blés. La proportion de grains vitreux ne varie pas comme le W pour les récoltes 1936 et 1937;

7° Le pouvoir amylolytique, indiqué par la formation de sucres réducteurs ou par le gaz dégagé par fermentation, est un peu plus élevé en 1936, année de blés humides où il y eut une sorte de conditionnement naturel du grain.

Moyennes régionales.

D'une façon générale, on retrouve dans ces moyennes les caractéristiques des trois années : 1936 à blés humides, ayant un faible poids de l'hectolitre, une force boulangère et un pouvoir amylolytique élevés.

De la 1re région (Nord) nous avons reçu toujours un nombre important d'échantillons et cette région représente le tiers de la production métropolitaine. Si l'on compare les moyennes de la 1re région avec les moyennes générales de la même année, on constate que le poids de l'hectolitre des blés du nord est voisin de la moyenne. Par contre le poids de 1.000 grains et l'humidité sont toujours plus élevés. Quant aux W, ils sont assez voisins de la moyenne générale, tantôt supérieurs, tantôt inférieurs. Il en résulte que cette région de grande culture produit des blés dont la qualité boulangère n'est

pas inférieure à celle des blés provenant d'autres régions. Cependant on avait dit qu'on employait trop d'engrais dans le Nord et que les rendements élevés nuisaient à la qualité. Les faits conduisent à une conclusion différente pour les trois récoltes considérées.

COMPARAISON DES RÉCOLTES 1935, 1936 ET 1937.

(Moyennes régionales et moyennes générales.)

RÉGIONS.	ANNÉES.	GRAINS. Poids hectolitre.	Poids 1.000 grains.	Grains vitreux.	Humidité.	Matières azotées.	Rupture Pelshenke.	FARINE PREMIÈRE. Matières azotées.	Gluten sec.	Hydratation gluten.	Extensimètre. P.	Extensimètre. G.	Extensimètre. W.	Maltose. 3 h.	Maltose. 6 h.	Gaz carbonique 3 h.	Gaz carbonique 6 h.
1er R. Nord.	1935	76,5	42	–	12,6	11,5	30	9,8	9,7	67	42	17	71	"		2.7	665	768
	1936	73,3	45	22	16,4	11.6	46	10,0	9,8	68	70	18	137	2,9		3.8	753	1,116
	1937	76,3	46	27	15,7	10,0	30	8,9	9,3	69	57	17,5	94	1,6		2,1	712	1,010
2e R. Est.	1935	74,2	37	"	12,1	10,5	28	9,6	7,3	66	27	14	31			2.9	530	690
	1936	72,3	40	18	16,0	11,8	38	10,5	10,6	66	62	18	113	2,9		3,8	730	1,169
	1937	77,0	46	25	15,6	10,5	39	9,0	9,2	70	73	18	128	1,6		2,3	708	969
3e R. Ouest.	1935	77.0	40	"	12,3	11,9	38	10,6	9.8	67	51	19	105	"		2,5	535	766
	1936	73,2	44	15	16,4	10,5	47	9,3	7,5	68	66	16	115	2,5		3,1	707	996
	1937	76,2	45	20	15,4	9,8	31	8,4	8,5	69	46	17,5	71	1,4		1,8	629	859
4e R. Centre.	1935	76,4	40	"	12,2	10,0	32	9,6	8,5	70	50	17	96	"		2,8	625	990
	1936	70,9	47	16	15,7	11,8	42	9,8	8,7	68	64	18	122	2,7		3,6	746	1.115
	1937	76,5	41	43	13,3	10,3	29	8,8	9,3	70	73	15,5	126	2,2		2,9	638	873
5e R. S. O.	1935	78,3	41	"	12,0	11,7	43	10,7	8,8	67	55	18	108	"		2,5	555	761
	1936	72,5	41	16	15,4	10,8	45	9,7	8,6	67	58	18	104	2,5		3,2	674	998
	1937	76,8	41	19	14,1	9,7	30	8,3	8,4	68	60	17	98	1,7		2,3	682	919
6e R. S. E.	1935	77,6	40	"	11,6	11,7	32	10,4	8,3	66	56	20	104	"		2,3	508	681
	1936	76,6	36	27	13,9	10,5	25	9,1	8,7	69	49	17	75	2,1		2,9	683	929
	1937	76,2	41	22	15,0	10,0	29	8,4	8,2	70	60	18.5	101	1,9		2,5	670	935
Moyenne générale.	1935	76.6	40	"	12.3	11.3	34	10,0	9,1	67	45	17	83	"		2,7	559	786
	1936	72,9	43	19	16,0	11,2	44	9,9	9,0	68	65	17	121	2,7		3,5	728	1.074
	1937	76,4	44	26	15,1	10,0	31	8,8	8,9	69	59	18	98	1,7		2,2	677	937

De cette région, isolons les trois départements les plus septentrionaux où les rendements sont particulièrement élevés.

	TENEUR DE LA FARINE EN MATIÈRES AZOTÉES. 1935.	1936.	1937.	W. 1935.	1936.	1937.
Nord	10,1	10,8	9,2	77	144	88
Pas-de-Calais	9,0	9,5	8,8	86	104	81
Somme	"	9,6	8,4	"	143	80
Moyenne générale	10,0	9,9	8,8	83	121	98

Il y a eu exagération dans les critiques, ou bien l'agriculture a amélioré grandement sa production.

Les variations constatées d'une année à l'autre dans une même région se retrouvent en comparant les échantillons envoyés successivement par les mêmes coopératives. Elles sont assez décevantes.

C'est ainsi qu'en 1935 les W les plus élevés sont fournis par les 3e, 5e et 6e régions. En 1936, seule la 1re région dépasse la moyenne générale et la 6e région a le W le plus faible. En 1937 le maximum de W se trouve dans les 2e et 4e régions. Ces variations ne peuvent s'expliquer par une extension plus ou moins grande des variétés améliorées; elles résultent de l'influence prépondérante des conditions climatiques locales.

Analyse et mouture des blés.

Récolte 1935.

1re RÉGION.

	AUBE.	EURE-ET-LOIR.			MARNE.	NORD.		NORD.	NORD.	NORD.			PAS-DE-CALAIS.	PAS-DE-CALAIS.	PAS-DE-CALAIS.	PAS-DE-CALAIS.	SEINE-ET-MARNE.	
	34	5	9	10	51	7	8	Vilmorin 23. 15	Vilmorin 27. 16	Vilmorin 29. 17	18	19	20	23	25	30	6	39	36	40	11	13
Grains																						
Poids de l'hectolitre	76,5	76,8	74,8	76,5	74,7	78,0	78,2	77,4	78,6	76,9	79,2	76,9	79,0	77,7	78,1	76,5	77,6	76,8	76,6	78,0	76,6	75,8
Humidité	12,3	12,5	12,0	12,2	13,7	12,3	12,1	13,9	14,0	13,8	14,5	14,3	13,6	12,7	12,7	12,3	12,0	13,0	12,8	12,2	11,5	11,9
Poids de 1.000 grains	37	41	43	41	41	47	44	46	46	42	51	48	52	46	42	43	42	43	38	44	43	41
Cendres	1,70	1,66	1,64	1,65	1,63	1,68	1,64	1,68	1,66	1,66	1,68	1,52	1,42	1,67	1,66	1,71	1,68	1,68	1,78	1,59	1,68	1,67
Matières azotées	11,72	11,55	12.60	11,20	11,90	11,90	12,25	11,20	11,90	11,38	10,15	10,50	12,25	12,07	10,85	11,72	11,03	11,03	10,85	10,15	11,72	12,07
Rupture Pelshenke (minutes)	20	27	27	25	29	32	31	23	29	34	28	37	31	37	34	33	27	33	36	37	31	33
Mouture :																						
Farine première	68,6	0,46	73,3	0,48	68,7	0,50	69,6	0,42	67,3	0,50	69,7	0,52	68,7	0,55	70,1	0,51	72,5	0,50	68,9	0,54	72,3	0,49	73,4	0,49	65,5	0,44	69,3	0,47	73,3	0,52
Farine bise	8,2	1,13	3,4	1,74	5,7	1,17	8,1	1,20	6,0	1,24	7,1	1,52	7,7	1,34	4,8	1,63	3.8	1,48	9,3	1,47	3,8	1,42	3,4	1,41	8,2	0,90	7.5	1,25	4,9	1,40
Sons refus 30	13,2	6,48	9.5	"	13,1	6,04	11,0	6,70	13,0	"	11,2	"	10,6	"	11,2	"	12,5	"	9,7	"	12,3	"	12,6	"	16,1	5,40	13,2	6,23	12,3	"
Sons refus 40	4,1	4,38	4.3	"	4,3	4,38	4,3	5,22	3,2	"	2,8	"	2,8	"	2,8	"	2,0	"	2,5	"	3,4	"	4,0	"	5,5	3,54	3.9	4,04	4,3	"
Issues refus 70	3,0	3,72	3,4	"	3,6	3,62	3,5	4,10	2,8	"	2,7	"	3,5	"	3,0	"	2,4	"	2,7	"	2,7	"	3,1	"	3,6	3,06	2,7	3,46	2,9	"
Issues refus 120	3,5	2,51	3,4	"	3,5	2,22	3,7	2,58	2,2	"	2,5	"	3,2	"	3,2	"	3,0	"	3,5	"	3,0	"	2,7	"	2,9	2,05	3,8	2,63	2,9	"
Farine première :																														
Humidité	14,34	13,20		13,94	14,26	12,34	12,84	12,44	12,14	12,96	12,22	12,02	12,88	15,42	14,22	13,62														
Cendres	0,46	0,48		0,50	0,42	0,50	0,52	0,55	0,51	0,50	0,54	0,49	0,49	0,44	0,47	0,52														
Matières grasses	0,84	0,76		0,82	0,82	0,82	0,87	0,86	0,93	0,82	0,76	0,98	0,86	0,74	0,84	0,84														
Matières azotées	9,63	9,80		10,50	10,50	9,80	10,50	9,98	8,93	9,63	10,33	11,38	10,33	8,05	8,75	10,50														
Gluten humide	26,26	31,44		30,61	31,82	29,60	29,97	29,39	25,53	28,32	36,58	29,31	32,45	26,30	26,13	30,65														
Gluten sec	8,51	10,04		10,01	10,37	10,16	10,37	9,92	8,63	9,39	11,55	9,99	10,88	7,78	8,14	10,59														
Hydratation du gluten	67	68		67	67	65	65	66	66	67	68	66	66	70	69	65														
Matières azotées % de gluten	80,6	72,5		75,1	81,9	70,4	75,9	74,6	71,0	68,5	68,5	73,3	71,0	87,3	78,6	75,8														
Extensimètre. P	32	29		44	62	31	66	50	28	30	27	49	35	53	58	51														
Extensimètre. G	17	15		18,5	20,5	21	18,5	20	17	20,5	20	16	17	18	18	16,5														
Extensimètre. W	55	35		84	131	59	125	108	44	55	51	75	46	101	112	78														
Extensimètre. P/G	1,9	2,0		2,4	3,1	1,5	3,6	2,5	1,6	1,4	1,3	3,0	1,9	2,9	3,2	3,1														
Malton % de farine après. 1 heure	1,4	1,2		1,6	2,3	1,4	1,8	1,8	1,4	1,7	1,6	1,6	1,5	1,9	2,1	1,7														
Malton % de farine après. 6 heures	2,9	3,0		2.6	2,5	2,3	2,6	3,0	2,6	3,1	2,2	3,4	2,6	2,1	2,6	3,9														
Cmc CO^2 % de farine après 1 heure	240	235		135	115	130	115	120	95	120	130	205	195	175	215	205														
Cmc CO^2 % de farine après 3 heures	670	570		475	475	435	450	450	380	510	450	605	515	560	615	625														
Cmc CO^2 % de farine après 6 heures	880	750		695	735	980	935	980	980	960	900	825	705	690	815	825														

Analyse et mou ture des blés.

Récolte 1935. (*Suite.*)

	2e REGION.	3e RÉGION.								4e RÉGION.	5e RÉGION.		6e RÉGION.					
	HAUTE-MARNE. 14 —	CÔTES-DU-NORD. 3 —	EURE. 48 —	FINISTÈRE. Printemps. 1	FINISTÈRE. 21 —	FINIS-TÈRE. 2 —	MOR-BIHAN. 29 —	MOR-BIHAN. 24 —	MOR-BIHAN. 35 —	ILLE-ET-VILAINE. 4 —	ILLE-ET-VILAINE. 27 —	MAYENNE. 22 —	VENDÉE. 28 —	LOIR-ET-CHER. 38 —	HAUTE-CAHONNE. 46 —	HAUTE-GARONNE. 37 —	TARN-ET-GARONNE. 47 —	AUDE. 12 —
Grains :																		
Poids de l'hectolitre.....	74,2	78,2	77,2	79,0	76,3	76,8	78,7	78,2	76,5	77,1	76,4	77,1	75,3	76,4	78,5	78,2	78,4	79,3
Humidité	12,1	12,4	12,3	12.1	12,2	12,5	12,1	12,0	12,2	12,3	12,5	12,4	12,1	12,3	12,3	12,1	11,9	12,3
Poids de 1.000 grains.....	37	40	42	36	41	38	38	45	42	43	42	42	40	41	43	38	43	39
Cendres	1,60	1,67	1,70	1,83	1,69	1,75	1,86	1,73	1,70	1,70	1,68	1,70	1,76	1,67	1,67	1,68	1,61	1,80
Matières azotées.....	10,50	11,55	12,07	13,30	11,90	12,25	12,95	12,60	11,20	11,20	11,38	11,72	11,90	9,98	12,25	11,90	11,03	13,13
Rupture Pelshenke (minutes).	28	34	48	52	40	30	33	28	31	27	45	42	35	33	36	47	48	37

	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.
Mouture :																		
Farine première	72,0	0,50	72,9	0,52	67,1	0,40	74,0	0,62	69,4	0,45	66,0	0,47	69,5	0,43	67,6	0,44	67,9	0,46
Farine bise	4,8	1,56	3,6	1,44	7,1	1,01	1,8	1,77	6,7	1,30	6,7	1,24	6,2	1,31	10,3	1,07	6,5	1,25
Sons refus 30	12,4	"	12,7	"	15,5	5,90	10,8	"	14,1	6,07	14,6	6,34	14,3	6,02	11,8	6,68	14,4	6,26
Sons refus 40	4,0	"	3,9	"	4,9	3,58	3,7	"	4,4	4,36	3,7	4,74	5,2	4,16	3.9	4,91	5,6	5,82
Issues refus 70	2,6	"	2,8	"	2,2	3,20	4,1	"	3,0	3,80	2,7	3,60	2,5	3,76	3,2	3,90	4,1	3,41
Issues refus 120	3,0	"	3,1	"	3,6	2,04	3,8	"	3,2	2,78	3,1	2,83	2,9	2,75	3,4	2,66	3,4	2,44
Farine première :																		
Humidité	12,98		13,54		14,48		13,34		14,62		13,96		14,54		14,56		15,86	
Cendres	0,50		0,52		0,40		0,62		0,45		0,47		0,43		0,44		0,46	
Matières grasses	0,98		0,94		0,76		0,92		0,76		0,86		0,78		0,78		0,84	
Matières azotées.....	9,63		10,68		9,98		12,78		10,85		11,55		11,03		9,98		10,68	
Gluten humide.....	22,04		31,79		25,81		38,68		31,97		37,84		33,43		28,94		29,76	
Gluten sec.....	7,38		10,59		8,06		12,75		9,83		12,25		10,16		9,68		9,28	
Hydratation du gluten.....	66		67		69		67		69		68		69		66		69	
Matières azotées °/o de gluten.	76,3		78,8		75,9		72,1		77,7		73,4		75,6		77,6		88,6	
Extensimètre. P.....	27		31		53		80		86		51		53		45		66	
Extensimètre. G.....	14		18		19		23,5		19		23		18		20		18	
Extensimètre. W.....	31		46		131		170		184		120		99		92		140	
Extensimètre. P/G.....	1,9		1,7		2,8		3,3		4,5		2,2		2,9		2,2		3,7	
Maltose °/o de farine après. 1 heure...	1,5		1,7		2,2		1,8		2,3		1,8		2,0		1,8		2,2	
Maltose °/o de farine après. 6 heures..	2,9		2,0		3,2		2,6		2,9		2,2		3,0		2,0		2,6	
Cmc CO^2. °/o de farine près. 1 heure...	230		245		150		315		100		170		150		175		140	
Cmc CO^2. °/o de farine près. 3 heures..	530		525		475		675		385		495		495		475		465	
Cmc CO^2. °/o de farine près. 6 heures..	690		675		850		760		70$_0$		640		695		630		800	

Analyse et mou ture des blés.

Récolte 1936.

	1re Région.												
	Aisne. 6	Aisne. 91	Eure-et-Loir. 60	Eure-et-Loir. 61	Eure-et-Loir. 92	Eure-et-Loir. 93	Eure-et-Loir. 95	Eure-et-Loir. 98	Eure-et-Loir. 94	Eure-et-Loir. 96	Eure-et-Loir. 97	Loiret. 34	Loiret. 90
Grains :													
Poids hectolitre.....	73,2	73,0	72,2	71,8	72,4	72,3	74	73,1	73,0	72,3	73,5	69,1	70,5
Humidité.....	17,0	15,1	16,9	16,5	15,6	16,8	16,3	17,4	16,7	15,5	16,1	15,3	17,1
Poids de 1.000 grains.	48	41	48	48	43	43	44	48	44	39	44	40	42
Grains vitreux, p. 100	21	29	10	10	24	26	18	24	15	35	15	18	11
Cendres.....	1,41	1,62	1,60	1,56	1,60	1,62	1,62	1,58	1,51	1,60	1,58	1,61	1,58
Matières azotées.....	11,37	11,35	11,90	11,55	11,20	11,20	11,20	11,20	10,32	10,50	10,32	11,55	10,15
Rupture Pelshenke (minutes).....	50	35	49	48	42	52	56	61	68	49	52	32	48
Mouture :	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements. Cendres.
arine première.....	64,5	0,52	65,9	0,54	70,9	0,56	69,6	0,56	64,8	0,42	68,0	0,50	
Farine bise.....	12,5	1,25	8,2	1,35	6,1	1,72	7,3	1,20	8,1	1,46	7,5	1,72	
Sons refus 30.	9,5	7,20	11,6	6,90	10,8	6,58	13,2	6,44	12,7	6,51	11,2	6,71	
Sons refus 40.	3,4	5,86	3,6	5,12	3,9	5,28	3,3	4,68	3,9	4,78	3,1	5,18	
Issues 70.....	3,7	4,50	3,5	3,56	4,3	3,88	3,2	3,48	4,3	3,95	3,7	4,02	
Issues 120.....	2,1	3,22	2,3	2,58	1,8	2,86	2,3	2,38	1,9	3,12	1,9	3,06	
Farine première :													
Humidité.....	14,50		13,36		12,74		14,10		15,08		12,90		
Cendres.....	0,52		0,54		0,56		0,56		0,42		0,50		
Matières grasses. ...	0,74		0,86		0,84		0,73		0,76		0,86		
Matières azotées.....	10,67		11,00		10,10		9,45		10,32		9,97		
Gluten humide.....	31,64		25,22		29,56		28,16		27,42		28,53		
Gluten sec.....	9,89		8,69		9,48		9,03		8,12		9,08		
Hydratation gluten..	69		67		68		68		70		68		
Matières azotées, % de gluten.....	83,4		80,0		78,8		83,2		84,3		79,6		
Extensimètre :													
P.....	79		57		82		82		47		69		
G.....	18		19		18		17		20		19,5		
W,.....	150		109		165		154		94		130		
P/G.....	4,3		3,0		4,5		4,8		2,3		3,5		
Maltose, % de farine après :													
1 heure.....	2,6		1,9		1,7		1,9		2,3		2,0		
3 heures.....	3,4		3,0		2,5		2,3		3,6		2,8		
6 heures.....	4,5		4,1		3,5		3.3				4.4		
Cm³ CO^2, % de farine après :													
1 heure.....	160		245		250		225		200		250		
3 heures.....	610		1025		865		790		680		970		
6 heures.....	1080		1255		1095		1080		1140		1295		

	Région.																							
	Marne. 21	Marne. 22	Marne. 23	Nord. 56	Oise. 4	Oise. 7	Pas-de-Calais. 32	Pas-de-Calais. 42	Seine-et-Marne. 1	Seine-et-Marne. 57	Seine-et-Marne. 58	Seine-et-Marne. 59	Somme. 41
Grains :													
Poids hectolitre.....	74,8	76,1	76,0	73,5	72,4	74,0	76,2	73,4	69,8	73,9	73,0	70,8	75,4
Humidité.....	15,0	15,3	15,3	17,4	17,0	14,9	16,1	17,1	16,7	16,6	16,6	17,7	16,5
Poids de 1.000 grains.	47	46	45	46	49	46	49	45	48	47	46	52	46
Grains vitreux, p. 100	18	29	41	37	17	12	18	10	29	21	22	22	Pas compté.
Cendres.....	1,60	1,60	1,59	1,63	1,56	1,56	1,62	1,65	1,55	1,62	1,63	1,78	1,69
Matières azotées.....	12,07	12,07	12,07	12,78	12,25	11,72	11,20	10,85	11,90	11,90	12,07	12,25	11,90
Rupture Pelshenke (minutes).....	45	44	44	45	50	65	42	39	36	69	76	78	31
Mouture :	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.
arine première.....	67,5	0,53	72,0	0,48	65,0	0,51	67,5	0,50	66,9	0,44	69,6	0,52	62,9	0,39	71,0	0,48	70,8	0,48	66,4	0·56				
Farine bise.....	10,7	1,35	6,2	1,36	9,3	1,15	9,6	1,07	9,2	1,26	8,7	1,45	5,5	1,22	7,0	1,37	7,1	1,24	10,8	1,33				
Sons refus 30.	8,7	7,16	10,4	7,54	10,5	6,67	12,5	6,65	10,8	6,86	11,2	6,82	16,0	5,30	10,5	7,16	11,7	6,90	10,8	7,16				
Sons refus 40.	3,4	6,05	3,3	5,34	4,8	4,73	3,4	4,50	3,7	5,02	3,8	4,98	5,3	3,66	3,3	5,44	3,2	5,14	3,7	5,94				
Issues 70.....	4,2	4,75	3,6	3,88	3,8	3,92	3,2	3,51	4,1	3,96	3,9	3,76	2,5	3,18	4,0	4,14	4,1	3,86	3,9	3,82				
Issues 120.....	1,9	3,26	2,3	2,86	3,0	2,88	2,0	2,64	2,0	2,72	2,0	2,74	2,3	2,50	2,6	2,66	2,4	2,53	2,1	2,92				
Farine première :																								
Humidité.....	13,82		12,94		15,54		14,28		13,40		13,71		16,04		13,40		12,66		13,76					
Cendres.....	0,53		0,48		0,51		0,50		0,44		0,52		0,39		0,48		0,48		0,56					
Matières grasses. ...	0,83		0,90		0,84		0,72		0,75		0,90		0,86		0,84		0,79		0,88					
Matières azotées.....	11,03		10,85		10,50		19,85		9,62		9,45		10,50		10,32		10,15		9,62					
Gluten humide.....	35,10		34,97		29,31		32,15		29,55		30,13		27,03		31,80		29,92		31,80					
Gluten sec.....	10,82		11,35		8,74		10,42		9,36		9,90		8,42		10,38		9,76		10,48					
Hydratation gluten..	69		67		70		67		68		67		69		67		67		67					
Matières azotées, % de gluten.....	82,2		75,3		86,3		84,5		80,7		76,3		87,5		78,0		79,5		77,2					
Extensimètre :																								
P.....	59		66		79		72		54		58		111		80		74		81					
G.....	19		20		19		18		19		21		16		19,5		16		19					
W,.....	124		144		180		139		109		99		213		154		141		143					
P/G.....	3,1		3,2		4,1		3,8		2,7		2,7		6,8		4,0		4,6		4,2					
Maltose, % de farine après :																								
1 heure.....	2,3		2,1		2,2		2,2		1,6		2,2		2,2		2,0		2,4		2,3					
3 heures.....	3,4		2,6		3,4		3,7		2,9		2,7		2,3		2,4		3,3		2,9					
6 heures.....	3,8		3,6		3,9		3,8		3,1		3,8		3,0		3,5		3,5		4,4					
Cm³ CO^2, % de farine après :																								
1 heure.....	185		205		145		195		190		230		120		185		220		200					
3 heures.....	650		840		675		685		595		780		480		740		655		805					
6 heures.....	1115		1145		1035		1110		830		1225		845		1030		1140		1205					

Analyse et mou ture des blés.

Récolte 1936. (*Suite.*)

	2e région.							3e région.											
	Côte-d'Or.	Meuse.	Moselle.	Moselle.	Côtes-du-Nord.	Finistère.	Finistère.	Finistère.	Finistère.	Loire-Inférieure.	Loire-Inférieure.	Maine-et-Loire.	Mayenne.	Mayenne.	Seine-Inférieure.	Seine-Inférieure.	Seine-Inférieure.	Vendée.	Vendée.	Vendée.
	26	33	85	86	88	20	31	39	44	63	64	49	28	62	24	38	35	53	54	55
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grains :																				
Poids de l'hectolitre . .	69,6	74,9	70,7	76,4	75,6	75,0	74,6	73,0	75,9	77,3	70,2	72,5	71,6	73,5	72,9	75,1	73,8	75,0	72,1	70,9	70,2
Humidité.	16,3	14,8	17,8	16,3	17,3	16,3	16,9	16,5	16,6	16,8	16,0	16,3	16,4	15,3	16,7	16,2	17,4	17,5	15,9	16,9	16,5
Poids de 1.000 grains.	40	38	44	41	39	39	40	42	46	37	48	50	46	46	45	49	49	45	45	44	46
Grains vitreux, p. 100.	18	4	37	30	24	34	11	14	21	64	7	12	10	10	6	P. co.	15	Pas compté.	12	7	Pas compté.
Cendres.....	1,66	1,58	1,60	1,64	1,58	1,73	1,60	1,61	1,58	1,75	1,48	1,56	1,56	1,72	1,59	1,56	1,56	1,80	1,58	1,58	1,52
Matières azotées.	12,07	12,42	10,67	10,85	10,67	11,37	11,03	10,15	10,85	12,42	8,92	9,80	10,15	10,85	10,85	11,55	11,20	11,20	10,15	9,62	9,45
Rupture Pelshenke (minutes.	39	40	38	37	52	44	45	50	32	74	42	46	36	71	55	47	48	41	35	47	42
	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mouture :																																																		
Farine première.....	64,7	0,49	68,2	0,46	69,5	0,44	69,2	0,45	70,8	0,54	65,9	0,58	68,8	0,56	68,0	0,50	69,0	0,74	71,1	0,50	68,4	0,59	66,7	0,50	66,5	0,50	70,3	0,46	70,5	0,46	71,2	0,45	71,6	0,54	12,72	14,38	12,82	13,6	14,87	13,54	13,96	13,34	12,30
Farine bise.....	9,9	1,34	9,6	1,60	6,3	1,40	6,3	1,28	6,4	1,46	10,5	1,31	6,9	1,12	8,8	1,31	6,4	2,11	5,9	1,14	8,9	1,29	9,0	1,02	8,9	1,09	7,2	1,29	7,6	1,42	6,2	1,38	6,4	1,31	0,74	0,50	0,59	0,50	0,50	0,46	0,46	0,45	0,54
Sons refus 30.	11,2	7,24	8,0	6,96	11,5	6,44	13,7	6,62	13,2	6,44	12,5	7,10	12,4	6,80	13,7	6,51	11,0	6,86	14,1	6,32	10,8	7,53	12,3	6,72	11,5	6,77	10,3	7,20	13,0	6,92	12,2	6,74	10,4	6,90	0,90	0,80	0,82	0,72	0,64	0,86	0,90	0,82	0,96
Sons refus 40.	2,8	5,54	4,1	5,64	4,4	4,90	3,3	4,62	1,7	4,52	3,2	4,88	3,5	4,49	2,8	4,40	4,3	5,42	2,8	3,90	2,3	5,51	3,3	4,74	3,2	4,72	3,9	5,00	2,3	4,86	3,5	5,18	2,8	5,12	11,55	7,87	8,40	8,92	10,85	9,97	8,75	8,57	8,57
Issues refus 70.	3,9	4,50	4,8	4,52	5,0	3,80	3,6	3,54	4,7	3,68	3,1	3,92	3,6	3,38	2,8	3,40	4,7	4,28	3,1	2,94	3,5	3,86	3,9	3,58	3,8	3,84	4,5	3,70	3,0	3,36	3,7	4,02	4,5	3,56	38,60	4,84	22,38	25,41	30,36	27,89	25,94	26,01	12,92
Issues refus 120.	2,5	3,12	2,3	3,30	2,8	2,58	2,6	2,36	2,3	2,68	2,0	3,00	2,3	2,50	1,9	2,70	2,5	3,28	2,3	2,30	2,1	2,64	2,5	2,20	2,4	2,60	2,5	2,50	2,0	2,68	1,9	3,06	2,2	2,58	12,66	1,53	7,18	8,02	8,64	9,29	7,56	8,07	4,14
Farine première :																																			67	68	68	68	71	66	70	68	68
Humidité.....	13,08	13,02	14,38	13,16	13,94	13,90	14,14	12,96																											76,0	77,1	82,7	82,9	85,8	83,7	82,5	81,9	83,3
Cendres.....	0,49	0,46	0,44	0,45	0,54	0,58	0,56	0,50																											142	58	55	66	76	57	64	66	58
Matières grasses.....	0,82	0,82	0,72	0,74	0,76	0,84	0,84	0,74																											18	14	17	15	16	19	16,5	14	14
Matières azotées.....	10,67	10,50	10,32	10,15	9,62	11,55	10,67	9,10																											293	79	99	108	141	108	107	90	75
Gluten humide.....	31,23	32,30	30,85	32,82	30,24	36,40	32,75	28,43																											7,7	4,2	3,1	4,3	4,5	3,0	3,8	4,7	4,0
Gluten sec.....	11,11	10,25	10,22	11,07	9,75	11,82	10,72	8,89																																			
Hydratation du gluten	64	68	67	66	68	67	67	68																											2,2	1,7	1,5	1,7	2,3	1,5	2,2	1,3	1,4
Matières azotées, % de gluten.....	87,0	82,9	79,1	70,1	77,8	75,7	81,6	79																											2,9	2,6	2,2	2,7	3,2	2,5	2,4	1,8	2,4
Extensimètre :																																			3,4	3,9	2,6	3,0	4,0	2,9	4,2	2,0	2,6
P.	51	57	90	74	82	49	57	67																											220	200	245	255	195	220	200	210	235
G.	20	18	18	17	18	20,5	18	18																											800	730	790	705	625	705	770	675	765
W.....	101	98	176	116	159	86	94	115																											1020	1040	1115	950	965	980	1275	925	995
P/G.	2,6	3,2	4,9	4,3	4,5	2,4	3,1	3,6																																			
Maltose, % de farine après :																																										
1 heure.....	2,4	1,7	2,1	1,8	1,6	1,8	1,9	2,2																																			
3 heures.....	3,1	2,7	3,2	2,6	2,2	2,3	2,5	2,9																																			
6 heures.....	4,0	4,1	4,0	3,1	2,7	2,8	3,1	3,9																																			
Cm^3 CO^2, % de farine après :																																										
1 heure.....	155	280	165	275	235	280	265	190																																			
2 heures.....	645	800	685	855	655	695	670	605																																			
6 heures.....	1085	1175	1305	1245	885	935	885	1050																																			

Analyse et mou ture des blés.

Récolte 1936. (*Suite.*)

	4e région.						5e région.									
	Allier. 43 —	Cher. 40 —	Indre. 83 —	Indre-et-Loire. 2 —	Indre-et-Loir. 27 —	Vienne. 5 —	Aveyron. 36 —	Aveyron. 37 —	Charente. 51 —	Cha-rente. 48 —	Cha-rente. 52 —	Dordogne. 30 —	Haute-Garonne. 19 —	Gers. 3 —	Gers. 25 —	Lot-et-Garonne. 65 —
Grains :																
Poids de l'hectolitre	70,9	72,3	71,1	73,6	69,7	70,3	73,0	75,9	71,0	71,1	71,4	70,0	74,5	75,4	73,3	72,0
Humidité	15,3	14,9	16,2	16,0	15,5	16,2	14,1	13,3	15,7	16,4	15,8	16,9	14,7	15,1	15,2	16,7
Poids de 1.000 grains	42	39	43	46	37	45	41	43	43	39	40	41	39	41	41	47
Grains vitreux, %	29	6	12	13	Pas compté.	Pas compté.	35	45	4	6	9	3	Pas compté.	33	24	6
Cendres	1,58	1,62	1,72	1,65	1,62	1,55	1,57	1,81	1,57	1,56	1,58	1,44	1,71	1,54	1,64	1,63
Matières azotées	12,95	11,55	11,02	11,37	12,07	11,20	10,85	12,05	9,63	10,32	10,32	9,62	11,72	11,37	12,25	10,15
Rupture Pelshenke (minutes)	32	43	56	36	37	42	32	33	34	41	41	87	39	35	49	38
	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —	Ren-de-ments. —	Cen-dres. —
Mouture :																														
Farine première	70,5	0,52	68,9	0,44	68,8	0,46	65,8	0,42	66,9	0,47	67,4	0,45	67,8	0,52	67,6	0,54	65,9	0,47	68,8	0,47	68,4	0,45	69,4	0,46	66,1	0,38	67,9	0,45	70,6	0,50
Farine bise	7,1	1,58	8,2	1,30	7,6	1,26	6,0	1,55	6,8	1,17	7,7	1,14	7,3	1,46	10,6	1,61	7,8	0,95	7,7	1,27	6,9	1,22	8,4	1,53	7,3	1,01	8,2	1,31	7,2	1,07
Sons refus 30	11,0	6,46	12,2	7,00	14,3	6,76	15,3	5,04	10,4	6,76	12,6	6,76	11,2	7,38	10,2	7,44	15,8	5,94	13,7	6,66	13,6	5,64	10,8	6,61	15,5	6,30	11,66	6,26	14,6	6,70
Sons refus 40	4,1	5,16	2,8	5,00	2,9	4,17	3,4	4,67	3,5	4,90	4,4	4,24	3,3	5,62	3,7	5,81	2,7	4,04	2,6	4,62	3,2	3,78	4,5	5,26	2,8	4,26	3,6	5,14	2,7	4,01
Issues refus 70	4,1	3,88	3,6	3,72	2,9	3,22	2,2	4,03	5,6	3,90	2,9	3,46	4,5	4,24	4,2	4,56	3,0	3,02	3,0	3,25	2,9	3,36	3,9	4,14	2,5	3,51	3,6	4,00	3,4	2,91
Issues refus 120	2,0	3,09	2,0	2,79	2,0	2,70	2,6	3,06	2,3	2,36	2,4	2,64	2,5	2,86	2,1	3,42	2,2	2,04	1,7	2,56	1,8	2,72	2,4	3,16	2,1	2,57	1,8	2,94	1,6	2,45
Farine première :																														
Humidité	14,00		13,56		14,24		14,70		13,41		15,08		13,06		13,20		13,82		13,08		13,94		14,24		14,02		13,14		14,25	
Cendres	0,52		0,44		0,46		0,42		0,47		0,45		0,52		0,54		0,47		0,47		0,45		0,46		0,38		0,45		0,50	
Matières grasses	0,82		0,91		0,82		0,65		1,16		0,90		0,82		0,83		0,88		0,94		0,82		0,76		0,86		0,70		0,82	
Matières azotées	11,02		9,45		9,27		10,15		9,80		9,62		9,27		11,55		8,57		8,92		8,92		10,67		10,50		10,50		8,40	
Gluten humide	35,36		21,77		22,47		29,04		28,44		30,63		27,72		33,32		22,07		26,26		12,16		31,97		32,82		33,99		23,36	
Gluten sec	11,42		6,92		7,04		8,86		9,22		9,24		9,03		11,01		7,17		8,66		4,02		10,28		10,25		11,34		7,48	
Hydratation du gluten	67		68		68		69		67		70		67		67		67		67		67		68		69		66		68	
Matières azotées, % de gluten	76,5		78,3		84,7		74,7		81,7		67,7		75,1		71,3		76,7		80,2		89,4		82,9		71,1		77,6		82,3	
Extensimètre :																														
P	74		63		80		47		54		58		76		63		63		53		64		54		39		67		56	
G	20		19		16		21		18		19		15		21,5		15		17		15		20		21		21		17	
W	143		120		138		97		98		114		110		129		97		88		102		107		82		145		95	
P/G	3,7		3,3		5,0		2,2		3,0		3,0		4,9		2,9		4,1		3,2		4,2		2,7		1,9		3,2		3,2	
Maltose, % de farine après :																														
1 heure	2,2		2,2		1,8		1,8		2,2		1,9		1,9		2,2		1,9		2,0		2,5		1,8		1,6		2,3		1,9	
3 heures	3,3		2,8		2,8		2,3		2,5		2,3		3,3		3,3		2,1		2,5		3,5		2,0		2,2		2,3		2,0	
6 heures	4,3		4,6		3,2		3,0		4,0		2,8		4,1		3,7		3,1		2,7		4,5		2,8		2,5		3,1		2,6	
Cm^3 CO^2, % de farine après :																														
1 heure	215		235		205		145		190		270		245		235		235		165		160		190		155		200		240	
3 heures	830		885		760		495		650		730		885		735		835		595		670		680		425		615		695	
6 heures	1220		1350		1130		900		950		1035		1235		1170		1135		1115		1155		915		565		905		915	

Analyse et moutures des blés.

Récolte 1936. (*Suite.*)

6e région.

	Bouches-du-Rhône. 81	Bouches-du-Rhône. 84	Bouches-du-Rhône. 82	Drôme. 45	Drôme. 46	Drôme. 47	Isère. 29	Isère. 99
Grains :								
Poids de l'hectolitre	77,1	75,0	77,8	81,5	78,5	77,3	75.7	74,9
Humidité	11,80	12,8	12,4	13,5	13,2	13,7	14,3	14,8
Poids de 1000 grains	39	33	39	31	34	38	39	38
Grains vitreux. %	20	17	25	31	46	45	8	29
Cendres	1,94	1,74	1,60	1,76	1,65	1,76	1,70	1,69
Matières azotées	9,97	10,15	10,50	10,67	10,85	11,72	10,32	10,15
Rupture Pelshenke (minutes)	24	24	26	23	27	22	26	24

	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.	Rendements.	Cendres.
Mouture :														
Farine première	71,0	0,46	71,9	0,48	66,4	0,44	68,5	0,51	71,4	0,44	71,4	0,48	71,4	0,49
Farine bise	7,2	1,28	6,7	1,40	8,8	1,62	7,9	1,55	6,0	1,68	5,8	1,42	3,2	1,30
Sons refus 30	14,0	7,16	13,8	6,36	14,8	6,70	14,5	6,88	13,3	6,78	11,3	6,98	16,9	6,22
Sons refus 40	2,7	4,78	2,9	4,38	2,5	4,4	2,7	4,94	3,1	5,08	4,2	5,18	4,2	4,02
Issues refus 70	3,8	3,41	3,0	3,20	3,3	3,36	2,8	3,82	3,4	3,94	4,0	4,16	5,2	3,34
Issues refus 120	1,9	2,78	1,9	2,66	2,2	2,74	1,9	3,10	2,1	2,98	2,3	3,16	1,7	2,66

Farine première :							
Humidité	13,58	13,48	13,52	13,38	13,82	14,38	14,10
Cendres	0,46	0,48	0,44	0,51	0,44	0,48	0,49
Matières grasses	0,88	0,96	0,92	0,96	0,88	1,00	0,70
Matières azotées	8,40	9,10	8,75	9,62	10,15	9,45	8,40
Gluten humide	19,98	24,78	28,54	32,73	32,67	26,25	26,78
Gluten sec	6,25	7,88	9,20	10,02	10,67	7,86	8,45
Hydratation gluten	69	68	68	69	67	70	68
Matières azotées, % de gluten	82,9	79,7	74,6	75,5	73,0	87,1	76,2
Extensimètre :							
P	47	65	35	43	44	52	58
G	12	13	21	19	18	17	17
W	50	74	56	62	67	82	91
P/G	4,0	5,0	1,6	2,2	2,4	3,0	3,3
Maltose, % de farine après :							
1 heure	1,6	1,7	1,5	1,6	1,6	1,9	1,6
3 heures	1,9	2,1	2,0	2,4	1,8	2,2	2,0
6 heures	2,4	2,8	2,9	3,1	2,6	3,0	3,1
Cm^3 CO^2, % de farine après :							
1 heure	240	270	270	275	235	200	240
3 heures	670	595	780	705	635	570	770
6 heures	895	865	1020	905	850	840	1045

Aussi, depuis la récolte 1937, demandons-nous aux coopératives des renseignements à ce sujet.

D'une façon très générale, l'automne 1936 a été favorable aux ensemencements et à la levée; l'hiver et le début du printemps ont été trop humides et sans gelée; les travaux de printemps ont parfois été difficiles sinon impossibles.

La sécheresse a suivi et la maturation a souvent été trop rapide; la moisson 1937 s'est effectuée dans de bonnes conditions, sauf dans quelques départements où des orages ont mouillé les blés et n'ont pas permis leur dessiccation (Seine-Inférieure, Somme, une partie du Nord).

Glutens lents à s'hydrater.

Nous avons eu en 1935 trois blés des Bouches-du-Rhône qui fournissaient 3, 4 à 5,4 p. 100 de gluten sec lorsqu'on lavait le pâton immédiatement après sa préparation. Mais si on laissait reposer le pâton une heure et demie avant de le laver, l'extraction donnait 6,6 à 8,4 p. 100 de gluten sec. Le gluten existait donc dans ces farines, mais il était lent à s'hydrater et à devenir apte à se souder.

Le même phénomène s'est reproduit en 1936 pour des blés d'origine très différente (Loire-Inférieure, Vendée et Dordogne). Par contre il n'existait pas pour les blés des Bouches-du-Rhône 1936.

Les blés à gluten lent à s'hydrater ont toujours un gonflement extensimétrique très faible; autrement dit, le gluten est court et cassant; il se rassemble mal. Inversement tous les gonflements extensimétriques faibles ne correspondent pas à un gluten lent à s'hydrater.

Cette observation, malheureusement tardive, nous a incités à étudier l'action d'un repos prolongé sur les résultats extensimétriques. Nous ne disposions plus alors de farines ayant donné très peu de gluten; nous avons dû étudier des farines beaucoup moins caractéristiques (blés 81 et 82 récolte 1936) que nous comparons avec le blé 85 de 1936 qui peut être considéré comme normal :

		BLÉ 81.		BLÉ 82.		BLÉ 85.	
		TRAITEMENT normal.	1 HEURE DE REPOS en plus.	TRAITEMENT normal.	1 HEURE DE REPOS en plus.	TRAITEMENT normal.	1 HEURE DE REPOS en plus.
		—	—	—	—	—	—
Matières azotées.....		8,4	8,4	9,1	9,1	10,3	10,3
Gluten extrait.....		6,2	7,7	7,9	8,4	10,2	11,0
Extensimètre..	P...	47	53	65	70	90	78
	G...	12	16	13	16	18	18
	W...	50	81	76	108	176	163

Sous réserve de vérification ultérieure, lorsque le gluten est lent à s'hydrater, le repos prolongé de la pâte augmente sensiblement tous les résultats extensimétriques; au contraire, pour un gluten normal, le repos prolongé de la pâte a une action nulle ou de sens inverse.

Dans la récolte 1937 nous n'avons pas rencontré de gluten lent à s'hydrater.

Ce phénomène montre combien il faut être prudent avant de condamner un blé soit en raison de sa faible teneur en gluten, soit en raison de ses faibles valeurs extensimétriques.

Analyse et mouture des blés.

Récolte 1937. (*Suite.*)

1re RÉGION.

Grains :

	AISNE. 85	AUBE. 61	EURE-ET-LOIR. 62	EURE-ET-LOIR. 63	EURE-ET-LOIR. 66	EURE-ET-LOIR. 64	EURE-ET-LOIR. 65	EURE-ET-LOIR. 67	MARNE. 54	NORD. 44	NORD. 83
Poids de l'hectolitre...	76,0	75,8	77,2	73,3	77,4	76,5	77,5	77,5	77,5	77,0	76,6
Humidité...........	16,5	14,5	14,7	15,1	15,4	14,6	14,6	15,9	15,3	14,4	15,6
Poids de 1.000 grains.	50	42	43	46	43	44	44	44	44	50	49
Grains vitreux, %....	24	22	23	41	17	22	39	24	56	24	23
Cendres...........	1,66	1,56	1,60	1,56	1,50	1,58	1,64	1,55	1,56	1,72	1,70
Matières azotées......	10,33	9,45	9,63	9,63	9,80	9,10	10,15	10,50	9,98	10,50	10,33
Rupture Pelshenke (minutes)...........	32	28	31	26	24	23	23	24	30	29	27

	NORD. 106	OISE. 81	OISE. 101	PAS-DE-CALAIS. 60	PAS-DE-CALAIS. 68	SEINE-ET-MARNE. 51	SEINE-ET-MARNE. 52	SEINE-ET-MARNE. 76	SEINE-ET-MARNE. 100	SEINE-ET-MARNE. 103	SEINE-ET-MARNE. 104	SEINE-ET-OISE. 41	SOMME. 88
Poids de l'hectolitre...	75,2	77,4	75,5	77,3	75,7	77,5	77,0	76,4	74,7	77,1	77,3	76,1	74,6
Humidité...........	15,8	15,8	15,7	14,7	17,7	14,7	15,2	16,0	17,0	13,5	13,8	14,3	16,8
Poids de 1.000 grains.	46	49	45	46	47	43	38	48	46	46	46	48	42
Grains vitreux, %....	24	23	10	20	7	91	76	27	29	21	21	22	22
Cendres...........	1,67	1,60	1,64	1,72	1,58	1,44	1,58	1,62	1,60	1,65	1,65	1,71	1,68
Matières azotées......	10,15	11,20	9,98	10,50	8,98	11,73	10,15	10,85	9,98	10,33	10,33	10,15	9,28
Rupture Pelshenke (minutes)...........	56	27	35	15	31	24	37	32	37	45	46	31	26

Mouture :

	85 Rendements	85 Cendres	61 Rendements	61 Cendres	62 Rendements	62 Cendres	63-66 Rendements	63-66 Cendres	64 Rendements	64 Cendres	65-67 Rendements	65-67 Cendres	54 Rendements	54 Cendres	44 Rendements	44 Cendres	83 Rendements	83 Cendres
Farine première......	71,7	0,50	71,2	0,44	69,4	0,46	70,2	0,44	71,2	0,43	72,4	0,44	71,3	0,49	69,7	0,44	72,5	0,49
Farine bise..........	4,9	0,96	7,1	1,34	7,5	1,22	6,6	1,02	6,8	1,60	6,0	1,33	6,5	1,54	7,0	1,40	5,8	1,25
Sons refus 30........	13,8	6,52	10,4	6,94	12,6	6,82	13,8	6,56	8,9	7,15	13,1	6,72	11,0	6,64	11,4	6,98	13,3	6,66
Sons refus 40........	2,4	4,72	3,2	5,32	2,8	4,82	2,9	4,12	3,4	5,92	2,5	4,74	3,9	4,80	3,3	5,04	2,4	4,78
Issues refus 70.	3,1	3,32	3,1	4,40	2,4	3,72	2,3	3,42	3,9	4,68	2,6	3,64	2,9	3,92	3,0	3,68	2,3	3,78
Issues refus 120......	4,3	2,05	3,3	3,02	3,3	3,62	3,2	2,44	3,7	3,22	2,7	2,82	3,2	2,78	2,9	2,72	3,8	2,50

	106 Rendements	106 Cendres	81 Rendements	81 Cendres	101 Rendements	101 Cendres	60 Rendements	60 Cendres	68 Rendements	68 Cendres	51 Rendements	51 Cendres	52 Rendements	52 Cendres	76-100 Rendements	76-100 Cendres	103-104 Rendements	103-104 Cendres	41 Rendements	41 Cendres	88 Rendements	88 Cendres
Farine première......	67,1	0,51	73,8	0,47	70,8	0,48	68,5	0,50	69,5	0,50	69,4	0,48	69,7	0,46	71,4	0,49	70,5	0,49	69,2	0,43	70,3	0,51
Farine bise..........	5,7	0,99	5,0	1,07	6,6	1,18	6,4	1,24	6,9	1.50	5,9	1,02	4,5	1,21	6,0	1,27	5,8	1,17	5,5	0,99	7,7	1,16
Sons refus 30........	15,8	5,98	12,2	6,86	13,5	6,67	15,1	6,24	9.8	6,84	14,8	5,36	14,5	6,04	12,9	6,26	12,4	6,48	13,8	6,46	12.9	6,60
Sons refus 40........	2,5	4,41	2,3	5,20	2,1	4,88	2,6	4,26	3,9	5,18	2,5	3,64	4,0	4,40	2,2	5,36	3,0	5,00	3,0	4,06	2,4	5,06
Issues refus 70.	2,9	3,41	3,2	3,75	2,7	3,56	2,1	3,24	3,3	4,10	2,0	3,14	2,6	3,70	2,8	4,30	3,5	3,82	3,9	3,22	3,4	3,73
Issues refus 120......	3,3	2,28	3,9	2,36	3,6	2,32	2,4	2,58	3,5	2,92	3,0	2,34	3,0	2.56	3,3	2,89	3,8	2,50	2,3	2,04	3,8	2,51

Farine première :

	85	61	62	63-66	64	65-67	54	44	83
Humidité.	13,36	13,44	13,64	14,32	14,14	14,18	14,28	13,84	13,90
Cendres.	0,50	0,44	0,46	0,44	0,43	0,44	0,49	0,44	0,49
Matières grasses......	0,80	0,72	0,88	1,06	0,82	0,62	0,90	0,85	0,84
Matières azotées......	9,10	8,57	8,57	8,75	8,40	9,27	8,22	9,10	9,10
Gluten humide.......	29,99	29,09	30,47	30,22	28,07	32,37	28,38	34,08	32,21
Gluten sec.	9,41	9,14	9,26	9,52	8,32	10,17	8,77	10,44	9,64
Hydratation du gluten.	68	68	69	68	70	68	69	69	70
Matières azotées, % du gluten...........	70,0	78,3	76,4	80,0	83,2	75,0	72,5	76,3	77,5
Extensimètre :									
P.	58	56	43	61	49	41	88	41	43
G.	20,5	13	17	18,5	17	20	14	16	22
W..............	118	68	80	105	60	86	112	78	78
P/G.	2,8	4,3	2,5	3,3	2,9	2,1	6,3	2,5	1,9
Maltose, % de farine après :									
1 heure..........	1,0	1,5	1,3	1,4	1,3	1,0	1,5	2,1	1,0
3 heures..........	1,3	2,1	1,7	1,8	1,5	1,3	2,7	2,9	1,1
6 heures..........	1,9	2,2	2,1	2,4	2,2	1,7	3,8	3,3	1,2
Cm³ CO^2, % de farine après :									
1 heure..........	160	250	220	195	215	235	160	205	215
3 heures..........	550	825	810	725	725	685	815	720	670
6 heures..........	940	1045	1075	935	950	900	1205	985	900

	106	81	101	60	68	51	52	76-100	103-104	41	88
Humidité.	14,50	14,18	12,96	13,46	14,18	13,10	13,84	13,23	14,76	14,86	13,90
Cendres.	0,51	0,47	0,48	0,50	0,50	0,48	0,46	0,49	0,49	0,43	0,51
Matières grasses......	0,86	0,80	0,94	1,04	0,78	1,50	0,98	0,91	0,80	0,99	0,96
Matières azotées......	9,45	9,27	9.10	8,92	8,75	10,15	8,75	9,27	8,92	9,57	8,40
Gluten humide.......	32,55	31,99	31,17	32,59	27,36	39,45	27,62	31,76	30,28	30,42	27,03
Gluten sec.	9,83	9,74	9,74	9,78	8,20	11,75	8,87	9,84	9,37	9,33	8,24
Hydratation du gluten.	70	69	69	70	70	70	68	69	69	69	69
Matières azotées, % du gluten...........	75,0	73,8	77,5	70,8	72,3	67,9	78,9	67,5	77,5	76,7	75,0
Extensimètre :											
P.	53	50	48	60	54	55	88	53	70	69	46
G.	22	22,5	19,5	15	15,5	17	15	20	19,5	14	19,5
W..............	109	86	91	89	73	81	133	98	148	101	80
P/G.	2,4	2,4	2,4	4,0	3,4	3,2	5,8	2,6	3,5	4,9	2,3
Maltose, % de farine après :											
1 heure..........	1,0	1,0	0,8	1,5	1,2	1,4	1,8	0,8	0,8	1,8	0,8
3 heures..........	1,1	1,3	0,9	1,7	1,8	1,8	2,4	1,3	1,3	2,3	1,1
6 heures..........	1,4	1,5	1,3	2,1	2,1	2,3	2,8	1,4	1,8	3,0	1,5
Cm³ CO^2, % de farine après :											
1 heure..........	185	220	200	290	190	255	195	225	180	110	265
3 heures..........	615	720	675	914	675	785	835	750	755	450	800
6 heures..........	855	925	835	1210	940	1065	1180	995	1070	925	1085

Analyse et mouture des blés.

—

Récolte 1937. (*Suite.*)

Grains :

2ᵉ région.

	Meuse. 82	Moselle. 75	Bas-Rhin. 38	Côtes-du-Nord. 77	Eure. 96	Finistère. (Printemps.) 42	Finistère. (Printemps.) 48	Finistère. (Printemps.) 53	Finistère. 43
Poids de l'hectolitre	76,3	78,0	76,7	75,4	76,6	82,0	78,9	78,0	77,5
Humidité	16,2	15,8	14,4	16,4	14,3	13,3	14,3	16,0	13,8
Poids de 1000 grains	42	52	43	42	43	37	39	36	47
Grains vitreux, °/₀	41	15	18	10	37	62	58	77	5
Cendres	1,68	1,72	1,64	1,60	1,73	1,81	1,76	1,74	1,62
Matières azotées	10,15	11,03	10,33	10,85	10,15	10.85	11,38	11,55	7,88
Rupture Pelshenke (minutes)	43	35	40	36	36	47	34	56	25

3ᵉ région.

	Ille-et-Vilaine. 99	Loire-Inférieure. 50	Loire-Inférieure. 59	Maine-et-Loire. 79	Mayenne. 74	Morbihan. 55	Morbihan. 56	Morbihan. 57	Morbihan. 58	Morbihan. 55 + 56 + 57 + 58.	Seine-Inférieure. 84	Seine-Inférieure. 98	Seine-Inférieure. 102	Vendée. 78
Poids de l'hectolitre	77,5	77,7	77,6	77,0	74,3	78,3	77,0	76,8	77,7	Mouture	75,1	71,9	72,9	76,8
Humidité	14,6	14,6	14,7	14,6	16,6	14,4	14,5	16,0	14,9	après	17,5	18,3	17,5	15,3
Poids de 1000 grains	45	46	45	45	44	43	42	49	48	avoir	49	45	52	42
Grains vitreux, °/₀	19	18	15	27	19	42	22	14	17	mouillé	27	9	22	10
Cendres	1,70	1,59	1,63	1,68	1,59	1,74	1,70	1,64	1,70	plus	1,58	1,58	1,50	1,80
Matières azotées	8,93	9,10	8,93	10,15	10,50	10,15	9,80	8,40	10,33	le	10,15	9,45	9,28	10,33
Rupture Pelshenke (minutes)	26	27	22	25	41	27	26	18	25	grain.	29	34	39	27

Mouture :

2ᵉ région.

	Meuse 82 Rendements	Meuse 82 Cendres	Moselle 75 Rendements	Moselle 75 Cendres	Bas-Rhin 38 Rendements	Bas-Rhin 38 Cendres	Côtes-du-Nord 77 Rendements	Côtes-du-Nord 77 Cendres	Eure 96 Rendements	Eure 96 Cendres	Finistère 42 Rendements	Finistère 42 Cendres	Finistère 48 Rendements	Finistère 48 Cendres	Finistère 53 Rendements	Finistère 53 Cendres	Finistère 43 Rendements	Finistère 43 Cendres
Farine première	68,3	0,50	72,5	0,45	69,6	0,48	68,2	0,52	69,5	0,42	70,4	0,50	68,7	0,54	69,3	0,50	70,3	0,46
Farine bise	6,8	1,07	6,3	1,38	3,9	0,98	6,4	1,04	5,3	0,84	5,3	1,52	5,6	1,67	6,1	1,52	4,6	1,20
Sons refus 31	14,8	6,42	12,8	7,10	14,7	6,14	16,7	5,86	16,2	6,10	13,2	6,22	15,8	5,88	14,0	6,34	13,0	6,48
Sons refus 40	2,8	4,64	2,1	5,44	4,0	3,88	2,1	4,06	2,6	4,26	3,6	4,50	4,4	3,90	3,6	4,34	3,4	4,00
Issues refus 70	3,3	3,64	2,3	4,14	3.9	3,24	2,1	3,36	3,2	3,98	4,5	3,80	3,2	3,36	2,6	3,64	2,7	3,32
Issues refus 120	4,1	2,31	3,6	2,76	3,4	2,24	3,3	2,46	4,1	1,84	3,7	3,18	2,8	2,95	3,2	3,08	3,1	2,76

3ᵉ région.

	Ille-et-Vilaine 99 Rendements	Ille-et-Vilaine 99 Cendres	Loire-Inférieure 50, 59 Rendements	Loire-Inférieure 50, 59 Cendres	Maine-et-Loire 79 Rendements	Maine-et-Loire 79 Cendres	Mayenne 74 Rendements	Mayenne 74 Cendres	Morbihan 55, 56 Rendements	Morbihan 55, 56 Cendres	Morbihan 57, 58 Rendements	Morbihan 57, 58 Cendres	Morbihan 55 + 56 + 57 + 58 Rendements	Morbihan 55 + 56 + 57 + 58 Cendres	Seine-Inférieure 84 Rendements	Seine-Inférieure 84 Cendres	Seine-Inférieure 98 Rendements	Seine-Inférieure 98 Cendres	Seine-Inférieure 102 Rendements	Seine-Inférieure 102 Cendres	Vendée 78 Rendements	Vendée 78 Cendres
Farine première	72,7	0,50	69,5	0,46	71,5	0,50	73,4	0,46	71,2	0,55	71,0	0,57	71,1	0,50	69,2	0,50	70,1	0,47	65,4	0,55	71,2	0,48
Farine bise	6,2	1,28	7,4	1,19	5,8	1,05	5,3	1,33	3,8	1,42	5,1	1,53	6,0	1,75	5,2	1,11	6,9	1,14	6,0	1,02	6,3	1,15
Sons refus 31	13,7	6,54	13,6	6,32	13,6	6,60	13,3	6,42	14,9	6,18	13,1	6,20	9,8	6,32	13,9	6,48	13,8	6,43	14,2	6,04	14,2	6,43
Sons refus 40	1,8	4,84	2,8	4,11	2,6	4,33	2,7	4,51	2,9	4,52	2,8	4,40	4,2	4,68	1,9	5,00	2,3	4,74	2,5	4,30	2,8	4,54
Issues refus 70	2,4	3,91	2,6	3,24	3,2	3,52	2,6	3,77	2,8	3,43	2,2	3,76	3,6	4,06	2,8	3,50	2,9	3,46	2,7	3,31	2,8	3,62
Issues refus 120	3,0	1,85	3,1	2,64	3,8	2,46	3,3	2,82	2,9	2,84	2,9	2,88	4,8	3,50	4,0	2,18	3,8	2,54	3,4	2,28	3,6	2,42

Farine première :

2ᵉ région.

	Meuse 82	Moselle 75	Bas-Rhin 38	Côtes-du-Nord 77	Eure 96	Finistère 42	Finistère 48	Finistère 53	Finistère 43
Humidité	13,42	13,68	16,54	13,36	13,18	13,44	15,38	14,26	14,90
Cendres	0,50	0,45	0,48	0,52	0,42	0,50	0,54	0,50	0,46
Matières grasses	0,84	0,86	0,90	0,82	0,81	1,22	0,97	1,00	0,92
Matières azotées	8,75	9,10	9,10	8,87	8,75	9,45	9,97	9,75	7,87
Gluten humide	29,82	30,68	31,92	30,42	29,10	34,20	35,19	35,86	20,94
Gluten sec	9,06	9,12	9,51	9,41	8,73	10,56	10,33	10,81	6,72
Hydratation du gluten	69	70	70	69	70	69	70	70	68
Matières azotées, °/₀ du gluten	80,0	80,0	81,7	66,3	76,3	74,5	77,4	75,2	80,6
Extensimètre :									
P	63	63	97	33	49	106	88	97	31
G	20	18,5	15	20,5	19,5	17	14	17	12
W	118	115	155	54	87	224	121	160	29
P/G	3,1	3,4	6,4	1,6	2,5	6,2	6,2	5,7	2,5
Maltose, °/₀ de farine après :									
1 heure	1,0	1,5	1,7	0,7	0,8	1.9	1,6	1,2	1,5
3 heures	1,1	1,6	2,2	0,9	0,9	2,2	2,0	1,9	2,2
6 heures	1,6	2,0	3,0	1,2	1,1	2,7	2,4	2,2	2,7
Cm³ CO^2, °/₀ de farine après :									
1 heure	200	215	225	240	220	270	185	190	210
3 heures	585	690	880	575	640	775	620	530	590
6 heures	815	1005	1080	745	905	920	885	715	1025

3ᵉ région.

	Ille-et-Vilaine 99	Loire-Inférieure 50, 59	Maine-et-Loire 79	Mayenne 74	Morbihan 55, 56	Morbihan 57, 58	Morbihan 55 + 56 + 57 + 58	Seine-Inférieure 84	Seine-Inférieure 98	Seine-Inférieure 102	Vendée 78
Humidité	12,65	14,64	15,06	14,40	14,14	13,96	15,48	12,80	14,34	14,00	14,20
Cendres	0,50	0,46	0,50	0,46	0,55	0,57	0,50	0,50	0,47	0,55	0,48
Matières grasses	0,90	0,92	0,90	0,86	0,98	1,22	0,90	0,86	0,86	0,84	0,94
Matières azotées	8,22	7,52	8,05	8,40	8,92	8,05	8,22	8,75	8,57	9,10	8,40
Gluten humide	24,22	23,24	28,42	28,69	29,76	24,67	25,62	32,21	28,44	30,16	28,35
Gluten sec	7,42	7,10	8,70	8,82	9,48	7,50	8,10	9,75	8,80	9,43	8,68
Hydratation du gluten	69	69	66	69	68	69	68	69	69	69	69
Matières azotées, °/₀ du gluten	78,7	77,5	75,0	62,5	71,9	78,8	77,2	73,7	61,3	76,3	76,3
Extensimètre :											
P	38	51	57	48	47	37	47	41	56	46	49
G	17,5	12,5	15	19,5	13	11	15	22	20	22	19,5
W	54	50	73	87	60	36	81	72	97	97	80
P/G	2,1	4,0	3,8	2,4	3,6	3,3	3,1	1,8	2,8	2,1	2,5
Maltose, °/₀ de farine après :											
1 heure	0,9	2,8	0,9	1,2	2,1	2,0	1,8	1,2	0,6	0,9	0,9
3 heures	1,1	3,2	1,1	1,3	2,7	2,6	2,0	1,4	0,8	1,0	1,4
6 heures	1,4	3,7	1,3	1,5	3,5	3,2	2,7	2,1	1,5	1,1	1,6
Cm³ CO^2, °/₀ de farine après :											
1 heure	210	235	250	215	295	300	270	270	230	245	165
3 heures	550	765	680	570	795	650	570	705	745	690	565
6 heures	795	965	920	765	990	860	755	930	980	865	720

Analyse et mou ture des blés.

Récolte 1937.

	4e région.									5e région.					6e région.	Blés importés.				
	Allier. 46	Cher. 39	Loir-et-Cher. 49	Vienne. 45	Aveyron. 86	Aveyron. 87	Charente. 97	Charente. 89	Charente. 90	Dordogne. 40	Gers. 47	Lot-et-Garonne. 35	Lot-et-Garonne. 36	Lot-et-Garonne. 37	Isère. 80	Hard Manitoba I. Récolte 1935. 50	Hard Manitoba I. Récolte 1935. 42	Maroc 422. Récolte 1935. 41	Florence Aurore. (Tunisie.) Récolte 1935. 43	Manitoba. Récolte 1936. 89
Grains :																				
Poids de l'hectolitre	78,5	76,2	73,3	77,4	74,4	78,5	76,5	76,6	77,3	76,5	78,0	75,3	76,5	75,5	76,2	80,7	79,4	80,1	79,1	77,7
Humidité	13,4	13,3	14,2	12,5	14,5	15,8	14,6	14,8	14,1	13,9	13,6	13,6	13,8	13,7	15,0	12,1	11,6	11,3	11,8	13,2
Poids de 1000 grains	41	42	40	42	35	40	42	42	41	41	42	41	43	41	41	30	27	33	38	24
Grains vitreux, %	69	42	18	39	47	50	19	19	12	11	16	8	15	10	22	Pas comptés.	Pas comptés.	Pas comptés.	Pas comptés.	100
Cendres	1,50	1,60	1,70	1,72	1,80	1,80	1,66	1,63	1,51	1,58	1,70	1,60	1,60	1,62	1,80	1,35	1,56	1,42	1,30	1,58
Matières azotées	11,38	10,33	9,45	9,80	10,50	10,50	9,28	8,58	9,45	9,10	10,15	9,98	9,45	10,33	9,98	15,92	16,80	14,70	13,30	16,63
Rupture Pelshenke (minutes)	29	29	29	28	30	27	27	22	29	31	30	36	36	33	29	Pas fait.	141	73	63	137
Mouture :	Rendements. / Cendres.																			
Farine première	69,5	0,46	70,7	0,40	70,7	0,45	70,8	0,46	70,0	0,49	71,9	0,42	69,5	0,40	69,3	0,45	69,4	0,40	68,6	0,42	68,0	0,52	71,4	0,52	68,9	0,49	79,5	0,53	80,8	0,57	71,7	0,54
Farine bise	5,8	0,91	4,6	1,01	4,8	0,98	6,2	1,29	6,1	1,29	5,3	1,06	5,4	1,07	7,4	1,29	5,4	1,37	5,1	1,01	8,3	1,38	8,9	1,52	6,2	1,21	0	"	0	"	7,1	1,98
Sons refus 30	14,0	5,04	14,7	5,96	16,5	6,02	12,2	6,60	13,2	6,72	14,7	6,06	13,8	5,88	12,2	6,22	13,0	6,36	16,2	5,86	13,5	6,72	8,3	"	12,5	"	8,7	"	7,3	"	10,1	5,34
Sons refus 40	4,0	3,53	3,9	4,04	2,9	3,80	3,0	5,00	3,0	5,24	2,6	4,56	4,5	3,88	2,9	4,82	2,9	4,47	3,5	3,80	3,0	6,86	4,6	"	3,8	"	3,1	"	2,7	"	4,3	4,68
Issues refus 70	2,9	3,10	2,9	3,36	2,2	3,27	3,3	3,96	3,5	4,14	2,8	3,52	3,2	2,98	2,8	3,76	3,7	4,12	3,2	3,30	2,9	3,96	3,6	"	4,9	"	5,3	"	5,3	"	4,2	3,76
Issues refus 120	3,4	2,17	3,1	2,48	2,4	2,44	3,2	2,75	3,8	2,93	3,3	2,26	1,7	2,28	3,0	2,74	3,4	3,32	2,6	2,45	2,6	1,14	3,0	"	4,8	"	4,6	"	3,8	"	1,8	3,24
Farine première :																				
Humidité	15,01		16,20		14,70		13,96		13,39		13,46		16,06		13,50		16,35		16,26		13,14		12,96		14,04		14,22		13,28		13,38	
Cendres	0,46		0,40		0,45		0,46		0,49		0,42		0,40		0,45		0,40		0,42		0,52		0,52		0,49		0,53		0,57		0,54	
Matières grasses	0,82		1,00		0,88		1,15		0,92		0,81		0,94		1,06		0,93		0,74		0,88		1,14		1,10		0,91		1,19		1,14	
Matières azotées	9,27		8,75		7,70		9,27		8,57		8,23		7,87		8,57		8,22		8,05		8,40		15,40		15,75		13,13		11,90		14,88	
Gluten humide	36,14		27,69		27,62		32,22		31,34		25,46		23,10		28,47		28,59		25,44		27,45		45,50		42,24		38,55		26,15		46,11	
Gluten sec	10,85		8,10		8,39		9,69		9,48		8,02		7,23		8,65		8,37		9,60		8,17		13,88		14,72		11,09		7,79		14,79	
Hydratation du gluten	70		70		69		70		69		68		68		69		70		62		70		70		65		71		70		68	
Matières azotées, % du gluten	76,4		83,1		75,0		77,5		76,3		77,5		78,7		77,0		83,7		80,0		77,5		84,4		91,9		85,0		81,9		83,2	
Extensimètre :																																
P	102		93		48		49		50		61		92		33		77		50		60		103		113		131		133		143	
G	15		16,5		16		15		19,5		17,5		14		18		16		15		18,5		22,5		23		18,5		18,5		20,5	
W	182		160		73		88		76		99		141		57		140		77		101		312		437		277		257		421	
P/G	6,8		5,6		3,0		3,2		2,5		3,4		6,5		1,8		4,8		3,3		3,2		4,5		4,9		7,1		7,2		7,0	
Maltose, % de farine après :																																
1 heure	1,6		1,6		2,5		2,0		1,0		0,8		1,8		1,1		1,4		1,2		1,0		2,6		2,0		1,8		2,6		1,9	
3 heures	1,7		1,9		3,1		2,4		1,1		0,9		2,4		1,8		2,1		1,9		1,9		Pas fait.		Pas fait.		Pas fait.		Pas fait.		2,2	
6 heures	2,1		2,1		3,9		3,6		1,4		1,7		3,1		2,5		2,6		2,2		2,5		4,3		2,8		2,7		3,8		2,8	
Cm^3 CO^2, % de farine après :																																
1 heure	155		230		165		195		205		240		225		290		220		160		195		255		260		285		375		345	
3 heures	545		645		780		610		650		765		720		685		615		500		670		730		710		635		1005		930	
6 heures	785		790		1140		810		820		1055		954		940		855		670		935		975		935		750		1240		1195	

Comparaison de l'extensimètre avec les méthodes rapides.

S'il existait une concordance suffisante entre les résultats extensimétriques et les indications fournies par les méthodes rapides (Pelshenke, grains vitreux, teneur en matières azotées du grain), les coopératives pourraient facilement classer leurs blés par catégories suivant la force boulangère.

Les moyennes semblent indiquer cette concordance, mais les résultats détaillés des blés mettent en évidence une grande irrégularité des méthodes rapides. Il est vrai que ces méthodes rapides doivent s'appliquer à des blés provenant d'une petite région correspondant au centre d'action d'une coopérative.

En ne retenant que les départements pour lesquels plusieurs blés ont été examinés, on aboutit au tableau suivant. Le numérateur indique le nombre de départements pour lesquels deux méthodes concordent; le dénominateur donne le nombre total de départements pour lesquels les deux méthodes ont été comparées.

CONCORDANCE ENTRE :	1935.	1936.	1937.
	—	—	—
Pelshenke et W	4/7	11/16	6/9
Grains vitreux et W	"	10/14	4/9
Matières azotées du grain et W	3/7	10/17	3/9
Pelshenke et grains vitreux	"	7/15	2/9

Si en 1936, on pouvait admettre un certain parallélisme, dans une région très restreinte, entre le W d'une part et la méthode Pelshenke ou les grains vitreux d'autre part, il ne reste en 1937 que la méthode Pelshenke pour donner, dans 66 p. 100 des cas, des indications de même sens que le W. La matière azotée des grains, bonne dans 58 p. 100 des échantillons en 1936, a été défectueuse en 1937 pour 67 p. 100 des échantillons, comparativement au W. On ne doit donc tenir compte que d'écarts importants et il est toujours prudent d'employer à la fois plusieurs de ces méthodes rapides.

Essais de panification.

Ces essais ont été pratiqués en plusieurs séries, panifiées à des dates très différentes. Il ressort des résultats qu'on ne doit pas les comparer d'une série à une autre; trop de facteurs interviennent dans la panification.

Précision de ces essais.

Nous avons cherché à déterminer la précision des essais effectués le même jour.

1° Avec une même farine, nous avons fait deux essais indépendants l'un de l'autre; c'est-à-dire que les pétrissées ont été pratiquées à une demi-heure d'intervalle, pour permettre la cuisson de la première avant celle de la seconde. On part à chaque fois de 1 litre d'eau tiède, 30 grammes de sel et 20 grammes de levure; à la tourne les pâtons sont ajustés à 400 grammes.

		PÉTRISSÉE N° 1.	PÉTRISSÉE N° 2.
Poids de farine employée		1595 gr.	1576 gr.
Températures successives du four		250°-244°-250°	262°-256°260°
Durée de la cuisson		28 min.	32 min.
Poids des pains longs		322-320-320	324-317-324
Poids des pains ronds		320-335-335	332-332-345
Poids moyens	pains longs	321 gr.	322 gr,
	pains ronds	330 gr.	336 gr.
	ensemble	325 gr.	329 gr.
Pains ronds	rapport $\frac{\text{diamètre}}{\text{hauteur}}$	2,07	1,96
	volume moyen	1.205 cmc.	1.191 cmc
	densité	0,266	0,272

Les écarts sont par rapport à 100 de la valeur moyenne.

Poids des pains longs	0,3 °/°.
Poids des pains ronds	1,8 °/°.
Rapport D/H	5,4 °/°.
Volume	1,1 °/°.
Densité	2,2 °/°.

2° Avec une même farine, nous avons fait deux essais : les pétrissées ont été effectuées en même temps; après la tourne, les pâtons ont été répartis en deux lots, dont la fermentation a été poussée à des températures différentes, afin d'obtenir, pour chaque pétrissée, deux fournées à une demi-heure d'intervalle; chaque fournée comportait ainsi le même nombre de pains de l'une et l'autre pétrissée.

		PÉTRISSÉE N° 1.	PÉTRISSÉE N° 2.
Poids de farine employée		1612 gr.	1582 gr.
Températures successives : 1re fournée		270°-264°-255°	270°-264°-255°
Durée de la cuisson		28 min.	28 min.
Poids des pains longs		317-315	318-318
Poids des pains ronds		323	330
Températures successives : 2e fournée		260°-260°-260°	260°-260°-260°
Durée de la cuisson		22 min.	22 min.
Poids des pains longs		318-323	327-320
Poids des pains ronds		330	342
Poids moyens	pains longs	318 gr.	321 gr.
	pains ronds	326 gr.	336 gr.
	ensemble	321 gr.	329 gr.
Pains ronds	rapport $\frac{\text{diamètre}}{\text{hauteur}}$	2,70	2,54
	volume moyen	1046 cmc.	1005 cmc.
	densité	0,305	0,327

Les écarts sont par rapport à 100 de la valeur moyenne.

Poids des pains longs	0,9 °/°.
Poids des pains ronds	3,0 °/°.
Rapport D/H	6,1 °/°.
Volume	4,0 °/°.
Densité	6,9 °/°.

Ces chiffres sont favorables aux essais indépendants les uns des autres; néanmoins nous avons préféré, malgré les difficultés techniques, cuire dans chaque fournée des pains de toutes les farines à essayer le même jour; les essais nous semblent ainsi plus comparables, surtout du point de vue cuisson.

Marche d'un essai.

Le boulanger n'a aucun renseignement sur les farines, désignées par un numéro d'ordre. Un même volume d'eau tiède, un même poids de sel et de levure sont mis dans les pétrins ; la farine en excès est laissée à la disposition du boulanger qui règle la compacité de la pâte ; la perte de poids de la boîte à farine indique le poids employé.

La pâte est pesée avant la tourne ; tous les pâtons sont ajustés à 400 grammes. La farine utilisée comme fleurage à la tourne n'est pas pesée.

On constitue alors les fournées, comprenant chacune le même nombre de pâtons des diverses farines ; la fermentation de ces fournées est réglée par la température. Ceci nous oblige à mettre peu de levure au pétrissage : la panification dure environ cinq heures pour la première fournée, cinq heures et demie pour la seconde, six heures un quart pour la troisième, temps comptés depuis le début du pétrissage jusqu'au défournement.

Une demi-heure après la cuisson, les pains sont pesés ; quelques pains, tous de la même fournée, sont ouverts et dégustés pour en apprécier la qualité. Les autres pains sont gardés pour être pesés le lendemain matin.

Dans les essais concernant la récolte 1935 et une partie de la récolte 1936, le développement était évalué par plusieurs personnes. Par la suite, nous avons déterminé le volume par déplacement de graines de navette, et nous avons mesuré la hauteur maxima des boules et leur diamètre moyen.

Mesure du volume du pain.

La méthode employée par tous les laboratoires, est inspirée du procédé de détermination du poids de l'hectolitre au moyen de la trémie conique. Un poids constant de graines de navette est placé dans un entonnoir cylindroconique fixé à une hauteur constante au-dessus d'une conserve contenant le pain. On laisse tomber les graines et on arase au moyen d'une raclette ; puis on pèse le poids de graines entourant le pain.

Si la conserve est complètement vide, les résultats sont très réguliers : dans un essai répété sept fois les poids ont varié de 4.555 à 4.570 grammes, soit un écart maximum de 0,3 p. 100. Si l'on place dans la conserve le bâti en bois destiné à supporter l'aiguille horizontale qui soutiendra le pain, en ayant soin de placer l'aiguille dans le fond de la conserve, l'écart maximum est encore 0,3 p. 100 pour 11 déterminations. Par contre si l'on met l'aiguille en place, elle brise le jet de graines et les résultats sont très irréguliers : pour 13 essais l'écart maximum est 5,8 p. 100.

Le jet de graines va forcément tomber sur le pain ; suivant que la position du pain sera différente les résultats seront dissemblables. Voici à titre d'exemple un essai fait avec des boîtes parallélipipédiques.

VOLUME DES BOÎTES.	POIDS DE GRAINES RONDES ENTOURANT LA BOÎTE, PRÉSENTANT AU JET :	
	une petite face.	une grande face.
1548 cc.	3554 gr. ± 25	3467 gr. ± 20
886 cc.	3989 gr. ± 40	3962 gr. ± 28
704 cc.	4109 gr. ± 40	4081 gr. ± 14
257 cc.	4479 gr. ± 39	4420 gr. ± 30

Des pains, plus ou moins épais, mais de même volume, ne déplacent pas le même poids de graines.

Aussi, au cours de l'année 1938, avons-nous modifié la trémie : les graines coulent à la fois par deux orifices placés de telle façon que les jets de graines ne touchent pas le pain.

Lorsqu'on a pesé le poids de graines entourant le pain, il faut en déduire d'abord le poids de graines déplacées et multiplier ensuite ce poids de graines déplacées par le volume occupé par 1 gramme de graines.

A cet effet nous avons utilisé une série de boîtes dont le volume était aisé à calculer; nous avons retranché les poids de graines entourant ces boîtes, du poids de graines recueillies sans mettre les boîtes dans la conserve; le volume de la boîte divisé par cette différence de poids indique le volume occupé par 1 gramme de graines. Ce calcul conduit aux résultats suivants :

VOLUME DES BOÎTES.	VOLUME DE 1 GRAMME DE GRAINES, LA BOÎTE PRÉSENTANT : une petite face.	une grande face.
1548 cc.	1 cc. 64	1 cc. 51
886 cc.	1 cc. 75	1 cc. 66
704 cc.	1 cc. 83	1 cc. 70
257 cc.	17 cc. 13	3 cc. 47

L'explication de ces nombres si différents est facile à trouver : elle résulte du fait que les premières graines tombant dans la conserve sont plus tassées que celles tombant quand la trémie est partiellement vidée. Si le volume à mesurer est grand, la conserve contiendra uniquement des graines très tassées; plus le volume à mesurer est faible, plus la conserve contiendra de graines mal tassées.

Par contre, si l'on compare les différences de volume de deux boîtes avec les différences de poids de graines tombées autour des boîtes, on trouve, par un simple calcul de proportion, des valeurs plus régulières pour le volume de 1 gramme de graines, sauf en ce qui concerne la plus petite boîte et le cas où les boîtes présentent au jet leur plus grande face.

BOITES COMPARÉES.	VOLUME DE 1 GRAMME DE GRAINES, LA BOÎTE PRÉSENTANT : une petite face	une grande face
1548 cc. et 886 cc.	1 cc. 52	1 cc. 34
1548 cc. et 704 cc.	1 cc. 52	1 cc. 37
886 cc. et 704 cc.	1 cc. 52	1 cc. 53
704 cc. et 257 cc.	1 cc. 21	1 cc. 31

Dans ces conditions, à chaque séance où l'on doit mesurer le volume des pains, on détermine le coefficient en comparant les boîtes 1548 centimètres cubes et 886 centimètres cubes présentant au jet leur plus petite face.

Il en résulte que, si un pain est plus épais que les autres, on multiplie par un coefficient trop fort un poids de graines déplacées trop fort et le volume du pain paraît plus grand qu'il n'est en réalité. Par exemple, si les boîtes présentent leur large face et si l'on calcule leur volume apparent en fonction des poids de graines trouvées lorsque les boîtes présentent leur petite face, les volumes calculés sont les suivants.

VOLUME RÉEL.	VOLUME APPARENT.	ERREUR RELATIVE.
1548 cc.	1680 cc.	6,7 %.
886 cc.	927 cc.	4,6 %.
704 cc.	747 cc.	6,1 %.
257 cc.	328 cc.	27,6 %.

Avec notre nouvel appareil où les graines ne touchent pas le pain, nous n'avons pas cette cause d'erreur, ou tout au moins elle est très atténuée.

Comme les pains n'ont pas tous le même poids, le volume ne caractérise pas d'une façon absolue le développement. Mais à partir du poids et du volume, on calcule la densité qui semble être le meilleur critérium du développement; la densité est exacte dans les mêmes limites que le volume, c'est-à-dire que l'erreur est d'environ 5 p. 100.

Résultats des essais de panification.

Quoique n'ayant pas foi dans la mesure du volume du pain ni dans le rapport du diamètre à la hauteur (rapport que le boulanger modifie en arrangeant le pâton sur la pelle), nous avons fait ces déterminations. Nous avons surtout jugé la qualité des pains en mangeant et en faisant manger comparativement les pains des cinq farines constituant la série d'essais : on n'a jamais constaté de différences appréciables. Nous n'avons pu trouver de relation précise entre le développement du pain et les caractères analytiques de la farine : gonflement extensimétrique, pouvoir amylolytique.

Par contre le rendement en pain pour 100 kilos de farine est d'autant plus élevé que la force boulangère est plus grande.

Pour ne pas multiplier les séances de panification nous avons mélangé des farines semblables provenant de coopératives voisines.

Au 1er essai 1935, la farine du *Vilmorin 23* a semblé très faible au boulanger, qui, de ce fait, a été incité à faire une pâte trop ferme. S'il avait connu la farine, a-t-il dit, il aurait laissé la pâte plus douce et aurait obtenu un pain normal.

Au deuxième essai 1935 l'addition de blé malté a augmenté le rendement en pain, faute de cuisson pour éviter le noircissement de la croûte.

Au troisième essai 1935 les pains faits avec les farines de force collent aux dents.

Au quatrième essai 1935, la farine P a un gluten lent à s'hydrater : la panification est normale. La farine N a relâché; le pain aurait été invendable (colonne 1); le boulanger a recommencé un pétrissage en faisant une pâte ferme (colonne II) les pains étaient normalement développés et de bonne qualité, bien que cette seconde panification ait duré une heure et demie entre le début du pétrissage et le défournement; leur croûte était un peu pâle.

Au quatrième essai 1936, le blé 30, au huitième essai 1936, les blés 54 + 55 et 63 + 64 et au neuvième essai 1936 le blé 81 + 84 ont des glutens plus ou moins lents à s'hydrater; la panification est normale.

Au dixième essai 1936, le blé de printemps du Finistère se distingue par son rendement en pain : le pain est un peu mou et colle aux dents.

Au troisième essai 1937, la mouture d'un blé plus ou moins conditionné change ses propriétés extensimétriques mais n'a guère d'influence sur la qualité du pain.

Au sixième essai 1937, l'addition de blé malté à faible dose a été essayée; le rendement ne semble guère influencé; le volume est un peu augmenté.

Essais de panification.

1° Essai de panification, récolte 1935.

	VILMORIN 23.	VILMORIN 27.	VILMORIN 29.	HATIF DE WATTINES.	HYBRIDE DU JONQUOIS.	HYBRIDE 40.
	—	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	27m,5	38m,5	40m	28m	39m	33m
Gluten sec	10,1	10,4	9,9	8,6	9,4	11,5
Extensimètre P	31	66	50	28	29	26
— G	21	18	20	17	20	20
— W	59	125	108	44	55	51
Rendement après 17 heures	132 %	134 %	134 %	132 %	132 %	131 %
Développement	Très faible.	Bon.	Moyen.	Bon.	Très bon.	Bon.
Qualité	Petits yeux Compact.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.

2° Essai de panification, récolte 1935.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
	—	—	—	—	—	—
				Farine B + 20 % Manitoba	Farine B + 20 % Af. du N.	Farine B + 4 % blé malté
Matières azotées	11,7	10,3	8,9	11,4	10,7	
Extensimètre P	62	50	53	69	74	
— G	22	18	16	19	18	
— W	131	88	84	171	155	
Rendement après 17 heures	129 %	125 %	126 %	129 %	129 %	128 %
Développement	Faible.	Le plus faible.	Très bon.	Bon.	Assez bon.	Bon.
Qualité	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon	Bon.

3° Essai de panification, récolte 1935.

	G. MANITOBA.	H. AF. NORD.	I.	J.	K.	L.	M. FARINE. L + 20 % de blé dur.
	—	—	—	—	—	—	—
Matières azotées	15,6	12,5	10,7	10,7	10,8	12,1	13,8
Extensimètre P	144	173	51	44	62	58	72
— G	22	19	21	19	20	20	20
— W	506	422	103	101	124	104	161
Rendement après 18 h.	134 %	136 %	125 %	127 %	129 %	131 %	133 %
Développement	Très bon.	Très bon.	Faible.	Bon.	Très bon.	Faible.	Très bon.
Qualité	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.	Bon.

4° Essai de panification, récolte 1935.

	N. AUBE.	O. BRETAGNE.	P. B.-RHÔNE.	Q. CHAMP. BRETAGNE.	R.	S.
	—	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	20m	40m	30m	28m	34m	39m
Matières azotées	9,6	10,8	8,5	10,2	8,9	10,7
Gluten sec	8,5	9,8	4,9	9,8	8,4	10
Extensimètre P	32	86	56	44	54	58
— G	17	19	16	19	18	20
— W	55	184	86	88	103	130
	I.	II.				
Rendement après 18 h.	133 %	132 %	136 %	135 %	134 %	135 %	135 %
Développement	Plat.	Bon.	Très bon.	Très bon.	Bon.	Bon.	Très bon.
Qualité	Lourd.	Bon.	Bon.	Bon moins doré.	Bon.	Bon.	Bon.

1° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 1 S.-ET-M.	BLÉ 2 I.-ET-L.	BLÉ 3 GERS.	BLÉ 4 OISE.	BLÉ 5 VIENNE.
Pelshenke (rupture)	36m	36m	35m	50m	42m
Gluten sec	8,4	8,8	10,2	8,7	9,2
Extensimètre P	111	47	39	79	58
— G	16	21	21	19	19
— W	213	97	82	180	114
Rendement après 18 heures	135 %	134 %	129 %	133 %	132 %
Développement	Bon.	Bon.	Le moins.	Bon.	Bon.

2° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 6-7 AISNE-OISE.	BLÉ 34 LOIRET.	BLÉS 21-22-23 MARNE.	BLÉS 24-38. S.-I.	BLÉ 19. HAUTE-GARON.
Pelshenke (rupture)	58m	32m	44m	47m	39m
Gluten sec	10,1	8,1	10,8	8,6	10,3
Extensimètre P	75	47	59	76	54
— G	18	20	19	16	20
— W	144	90	124	141	107
Rendement après 18 heures	131 %	130 %	129 %	132 %	131 %
Développement	Aucune différence.				

3° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉS 20-31. FINISTÈRE.	BLÉ 25. GERS.	BLÉ 26. CÔTE-D'OR.	BLÉ 27. I.-ET-L.	BLÉ 28. ISÈRE.
Pelshenke (rupture)	45m	48m	39m	36m	26m
Gluten sec	11,3	11,9	11,3	9,2	7,8
Extensimètre P	53	67	51	54	52
— G	19	21	20	18	17
— W	90	145	101	98	82
Rendement après 18 heures	130 %	131 %	133 %	132 %	131 %
Volume	1.015cc	1.023cc	1.184cc	880cc	862cc
Rapport D/H	2,65	2,35	2,21	2,57	2,59
Densité	0,317	0,314	0,276	0,362	0,373

4° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉS 28-62. MAYENNE.	BLÉ 30. DORDOGNE.	BLÉ 32. PAS-DE-CALAIS.	BLÉ 33. MEUSE.	BLÉ 35. SEINE-INFÉR.
Pelshenke (rupture)	63m	87m	42m	40m	41
Gluten sec	8,0	4,0 et 7,6	9,3	10,2	9,2
Extensimètre P	66	64	54	57	57
— G	15	15	19	18	19
— W	108	102	109	98	108
Rendement après 18 heures	127 %	126 %	126 %	132 %	128 %
Volume	1.016cc	1.147cc	1.087cc	971cc	1.098cc
Densité	0,303	0,272	0,285	0,334	0,279

5° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 36. AVEYRON.	BLÉ 37. AVEYRON.	BLÉS 39-44. FINISTÈRE.	BLÉ 40. CHER.	BLÉ 41. SOMME.
Pelshenke (rupture)	31m	33m	41m	43m	31m
Gluten sec	9,0	11	8,9	6,9	10,5
Extensimètre P	76	63	67	63	81
— G.	15	21	18	19	19
— W.	110	129	115	120	143
Rendement après 18 heures	129 %	130 %	129 %	129 %	129 %
Volume	823cc	1.005cc	959cc	990cc	969cc
Rapport D/H	2,43	2,36	2,66	2,50	2,55
Densité	0,344	0,328	0,335	0,327	0,336

6° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 42. PAS-DE-CALAIS.	BLÉ 43. ALLIER.	BLÉ 45. DRÔME.	BLÉS 46-47. DRÔME.	BLÉS 48-51-52. CHARENTE.
Pelshenke (rupture)	39m	32m	23m	28m	38m
Gluten sec	9,9	11,4	9,2	10,3	7,9
Extensimètre P	58	74	35	43	58
— G.	21	20	21	19	16
— W	99	143	56	65	95
Rendement après 18 heures	129 %	132 %	127 %	129 %	128 %
Volume	1.075cc	1.317cc	993cc	951cc	1.037cc
Rapport D/H	2,74	2,64	2,67	2,64	2,40
Densité	0,301	0,241	0,332	0,342	0,314

7° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 49. M.-ET-L.	BLÉ 56. NORD.	BLÉ 89. MANITOBA.	BLÉ 90. LOIRET.	BLÉ 91. AISNE.
Pelshenke (rupture)	36m	43m	137m	46m	35m
Gluten sec	7,2	11,3	14,8	9,1	8,7
Extensimètre P	55	66	143	69	57
— G.	17	20	20,5	19,5	19
— W.	99	144	421	130	109
Rendement après 18 heures	128 %	130 %	133 %	130 %	130 %
Volume	957cc	1.037cc	1.049cc	1.037cc	1.044cc
Rapport D/H	2,52	2,42	1,93	2,16	2,19
Densité	0,342	0,316	0,320	0,316	0,315

8° Essai de panification, récolte 1936.

	BLÉ 53. VENDÉE.	BLÉS 54-55. VENDÉE.	BLÉS 57-58. S.-ET.M.	BLÉ 59. S.-ET-M.	BLÉS 64-63. LOIRE-INFER.
Pelshenke (rupture)	35m	45m	73m	78m	44m
Gluten sec	7,5	3,3 et 7,5	10,3	9,7	1,5 et 7,9
Extensimètre P	64	62	80	74	58
— G.	16,5	14	19,5	16	14
— W	107	83	154	141	79
Rendement après 18 heures	128 %	128 %	132 %	129 %	129 %
Volume	953cc	983cc	998cc	1.069cc	1.073cc
Rapport D/H	2,22	2,48	2,46	2,18	2,63
Densité	0,346	0,335	0,328	0,312	0,310

9° Essai de panification, récolte 1936.

	Blé 65. L.-et-G.	Blés 81-84. B.-du-R.	Blé 82. B.-du-R.	Blé 83. Indre.	Blé 85. Moselle.
Pelshenke (rupture)	38m	24m	26m	56m	37m
Gluten sec	7,5	6,2 et 7,7	7,9 et 8,4	7,0 et 9,2	10,2
Extensimètre P	56	47 et 53	65 et 70	80	90
— G	17	12 et 16	13 et 16	16	18
— W	95	50 et 81	74 et 108	138	176
Rendement après 18 heures	131 %	132 %	135 %	131 %	134 %
Volume	960cc	883cc	847cc	978cc	909cc
Rapport D/H	2,32	2,60	2,54	2,31	2,61
Densité	0,345	0,380	0,391	0,334	0,360

10° Essai de panification, récolte 1936.

	Blé 86. Moselle.	Blé 87. Printemps. Finistère.	Blé 88. C.-du-N.	Blés 60-61-92-93-95-98. E.-et-L.	Blés 94-96-97. E.-et-L.
Pelshenke (rupture)	37m	74m	52m	51m	56m
Gluten sec	11,1	12,6	9,7	9,5	9,0
Extensimètre P	74	142	82	82	82
— G	17	18	18	18	17
— W	116	203	159	165	154
Rendement après 18 heures	133 %	135 %	131 %	130 %	132 %
Volume	917cc	998cc	930cc	983cc	1.001cc
Rapport D/H	2,96	2,43	2,69	2,58	2,50
Densité	0,360	0,328	0,357	0,334	0,333

11° Essai de panification, récolte 1936.

	Type A. 1re pétrissée.	Type A. 2e pétrissée.	Blé 99. Isère.
Pelshenke (rupture)	–	–	24m
Gluten sec	9,4	9,4	8,4
Extensimètre P	76	76	58
— G	20,5	20,5	17,5
— W	185	185	91
Rendement après 18 heures	128 %	131 %	130 %
Volume	1.046cc	1.005cc	939cc
Rapport D/H	2,70	2,54	2,77
Densité	0,305	0,327	0,387

1° Essai de panification, récolte 1937.

	BLÉ 35+36. LOT-ET-GAR.	BLÉ 37. LOT-ET-GAR.	BLÉ 38. BAS-RHIN.	BLÉ 39. CHER.	BLÉ 40. DORDOGNE.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	36m	33m	40m	30m	38m
Gluten sec	8,4	9,6	9,5	8,1	7,2
Extensimètre P	77	50	97	93	92
— G	16	15	15	16,5	14
— W	140	77	155	160	141
Rendement après 16 heures	127 %	126 %	129 %	127 %	128 %
Volume	969cc	1.085cc	1.076cc	998cc	852cc
Rapport D/H	2,25	2,32	2,36	2,19	2,27
Densité	0,337	0,291	0,300	0,326	0,385

2° Essai de panification, récolte 1937.

	BLÉ 41. SEINE-ET-OISE.	BLÉ 42. FINISTÈRE. Printemps.	BLÉ 43. FINISTÈRE. Hiver.	BLÉ 44. NORD.	BLÉ 45. VIENNE.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	31m	44m	25m	28m	27m
Gluten sec	9,3	10	6,7	10,4	9,7
Extensimètre P	69	106	31	41	49
— G	14	17	12	16	15
— W	101	224	29	78	88
Rendement après 16 heures	132 %	134 %	128 %	131 %	130 %
Volume	1.002cc	855cc	752cc	933cc	871cc
Rapport D/H	2,67	2,41	2,82	3,07	2,77
Densité	0,324	0,388	0,432	0,355	0,379

3° Essai de panification, récolte 1937.

	BLÉ 51. S.-ET-M.	BLÉ 52. S.-ET-M.	BLÉ 55+56. MORBIHAN.	BLÉ 57+58. MORBIHAN.	BLÉ 55+56+57+58. MOUTURE plus humide.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	24m	37m	26m	21m	24m
Gluten sec	11,7	8,9	9,5	7,5	8,1
Extensimètre P	55	88	47	37	47
— G	17	15	13	11	15
— W	81	133	60	36	81
Rendement après 16 heures	130 %	131 %	130 %	126 %	126 %
Volume	910cc	956cc	922cc	883cc	900cc
Rapport D/H	2,45	2,25	2,25	2,30	2,08
Densité	0,369	0,355	0,368	0,380	0,365

4° Essai de panification, récolte 1937.

	BLÉ 46. ALLIER.	BLÉ 47. GERS.	BLÉ 48. FINISTÈRE. Printemps.	BLÉ 49. LOIR-ET-CHER.	BLÉ 50+59. LOIRE-INFÉR.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	29m	29m	34m	29m	27m
Gluten sec	10,8	8,6	10,3	8,4	7,1
Extensimètre P	102	33	88	48	51
— G	18	18	14	16	12,5
— W	182	57	121	73	50
Rendement après 16 heures	133 %	125 %	131 %	127 %	128 %
Volume	1.041cc	977cc	956cc	1.020cc	893cc
Rapport D/H	2,21	2,82	2,01	2,30	2,41
Densité	0,314	0,331	0,351	0,320	0,369

5° Essai de panification, récolte 1937.

	Blé 53. Finistère. Printemps.	Blé 54. Marne.	Blé 60. Pas-de-Calais.	Blé 61. Aube.	Blé 62. Eure-et-Loir
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	56m	30m	15m	28m	31m
Gluten sec	10,8	8,8	9,8	9,1	9,2
Extensimètre P	97	88	60	56	43
— G	17	14	15	13	17
— W	160	112	89	68	80
Rendement après 16 heures	135 %	134 %	133 %	132 %	130 %
Volume	866cc	781cc	794cc	736cc	765cc
Rapport D/H	2,51	2,90	3,32	3,23	3,30
Densité	0,381	0,414	0,402	0,441	0,416

6° Essai de panification, récolte 1937.

	Blés 64 +65+67. Eure-et-Loir.	Blés 63+65. Eure-et-Loir.	Blé 68. Pas-de-Calais.	Far. 64+65+67 avec 1 % farine maltée.	Far. 64+65+67 avec 2 % farine maltée.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	23m	24m	31m	//	//
Gluten sec	9,2	9,5	8,2	//	//
Extensimètre P	45	61	54	//	//
— G	18,5	18,5	15,5	//	//
— W	73	105	73	//	//
Rendement après 16 heures	129 %	128 %	126 %	126 %	130 %
Volume	882cc	1.061cc	948cc	1.003cc	1.000cc
Rapport D/H	2,69	2,32	2,40	2,44	2,32
Densité	0,368	0,308	0,339	0,326	0,342

7° Essai de panification, récolte 1937.

	Blé 80. Isère.	Blé 74. Mayenne.	Blé 75. Moselle.	Blés 76 + 100. Seine-et-M.	Blé 77. Côtes-du-N.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	28m	41m	35m	32m	36m
Gluten sec	8,2	8,8	9,1	9,8	9,4
Extensimètre P	60	48	63	53	33
— G	18,5	19,5	18,5	20	20,5
— W	101	87	115	98	54
Rendement après 16 heures	129 %	130 %	131 %	129 %	129 %
Volume	1.052cc	1.093cc	1.016cc	1.081cc	908cc
Rapport D/H	2,45	2,29	2,24	2,41	2,22
Densité	0,313	0,303	0,326	0,307	0,369

8° Essai de panification, récolte 1937.

	Blé 78. Vendée.	Blé 79. M.-et-L.	Blé 81. Oise.	Blé 82. Meuse.	Blé 83. Nord.
	—	—	—	—	—
Pelshenke (rupture)	26m	25m	26m	43m	27m
Gluten sec	8,6	8,7	9,7	9,0	9,6
Extensimètre P	49	57	50	63	43
— G	19,5	15	20,5	20	22
— W	80	73	86	118	78
Rendement après 16 heures	127 %	130 %	131 %	130 %	128 %
Volume	1.050cc	1.063cc	1.013cc	967cc	1.037cc
Rapport D/H	2,61	2,39	2,58	2,47	2,32
Densité	0,312	0,314	0,327	0,344	0,321

9° Essai de panification, récolte 1937.

	Blé 84. Seine-Infér.	Blé 85. Aisne.	Blé 86+87. Aveyron.	Blé 88. Somme.	Blés 89+90+97. Charente.
Pelshenke (rupture)	28m	32m	28m	26m	26m
Gluten sec	9,7	9,4	9,5	8,2	8,0
Extensimètre P	41	58	50	46	61
— G	22	20,5	19,5	19.5	17,5
— W	72	118	76	80	99
Rendement après 16 heures	128 %	128 %	129 %	127 %	129 %
Volume	937cc	923cc	894cc	1.070cc	972cc
Rapport D/H	2,83	2,29	2,51	2,59	2,74
Densité	0,344	0,357	0,366	0,306	0,329

10° Essai de panification, récolte 1937.

	Blé 96. Eure.	Blé 98. Seine-Infér.	Blé 99. Ille-et-Vil.	Blé 101. Oise.	Blé 102. Seine-Infér.
Pelshenke (rupture)	35m	33m	25m	35m	39m
Gluten sec	8.7	8,8	7,4	9,7	9,4
Extensimètre P	49	56	38	48	46
— G	19	20	17	19	22
— W	87	97	54	91	97
Rendement après 16 heures	128 %	128 %	125 %	128 %	128 %
Volume	1.183cc	1.145cc	946cc	1.014cc	1.142cc
Rapport D/H	2,97	2,80	2,71	2,68	2,48
Densité	0,269	0,286	0,348	0,322	0,288

11° Essai de panification, récolte 1937.

	Blés 103+104. S.-et-M.	Blé 106. Nord.	Blé 105. Récolte 1936 I.-et-L.
Pelshenke (rupture)	45m	56m	35m
Gluten sec	9,4	9,8	9,3
Extensimètre P	70	53	69
— G	19,5	22	19,5
— W	148	109	149
Rendement après 16 heures	129 %	130 %	130 %
Volume	1.151cc	1.301cc	1.007cc
Rapport D/H	2,75	2,85	2,47
Densité	0,278	0,328	0,24

Conclusions.

Pour trois récoltes successives nous avons examiné 176 blés indigènes. Nous avons constaté des différences entre ces blés, tant d'une région à l'autre que d'une année à l'autre. En particulier la récolte 1936 avait une force boulangère et un pouvoir amylolytique supérieurs à ceux des deux autres récoltes.

Néanmoins nous avons toujours fait du pain de bonne qualité, quel que soit le W. Mais nous avons panifié assez lentement ; on prétend maintenant que la force boulangère est surtout indispensable pour un travail rapide : pour les récoltes suivantes, nous ferons des panifications accélérées.

Si jusqu'ici nous n'avons pas constaté l'intérêt de la force boulangère, sauf l'augmentation du rendement en pain qui en résulte, il ne faudrait pas en déduire que les agriculteurs doivent se désintéresser de la production des blés à force boulangère élevée. Il y a là une question commerciale. L'acheteur désirant telle propriété dans une marchandise, le producteur doit s'efforcer de lui donner satisfaction. Depuis août 1937 les blés dont le W est supérieur à 110 peuvent être payés au-dessus du cours légal. Les coopératives et les agriculteurs ont donc un intérêt pécuniaire à pouvoir livrer ces blés. Toutefois il convient de remarquer que, dans une année comme 1936, les primes au W seront très faibles ou nulles. L'importance de cette prime dépend en effet de la force moyenne de la récolte et des habitudes locales de la boulangerie. Les coopératives doivent donc être renseignées le plus rapidement possible sur la force moyenne de la récolte pour savoir à quel prix elles doivent vendre les blés dont le W est supérieur à 110. D'autre part il est nécessaire qu'elles examinent les livraisons par des méthodes rapides afin de constituer des lots homogènes de blés à force élevée, dont elles vérifieront le W.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1936. Nottin (P.) et Daron (A.). — Le procédé Pelshenke et la valeur boulangère. (*Bull. Association des Chimistes de Sucrerie et Distillerie,* t. LIII, p. 739.)

2. 1931. Nottin (P.) et Lemoigne (M.). — Méthode pratique de triage des farines suivant leur teneur en débris de son. (*C. R. Académie d'Agriculture,* t. XVII, p. 239.)

L'INDUSTRIE SUCRIÈRE AUX ANTILLES,

MÉTHODES DE CULTURE ET DE FABRICATION

par E. Dartois,

Professeur à l'École nationale des Industries agricoles.

Introduction.

Envoyé en mission aux Antilles pour y étudier l'industrie sucrière, j'ai eu l'occasion, au printemps 1937, de visiter les plantations et les usines de la Martinique, de Trinidad, Puerto-Rico et Cuba. J'ai dû, malheureusement, accomplir ce voyage en un laps de temps très court, puisque mon séjour aux îles n'a duré que cinq semaines environ, mais ce rapide passage au long des Caraïbes m'a permis cependant de porter une vue d'ensemble sur les conditions dans lesquelles on y exploite la canne à sucre, et de comparer, d'une île à l'autre, les méthodes de culture et de fabrication.

Sauf dans les colonies anglaises, on trouve partout les mêmes circonstances économiques, plutôt défavorables, au milieu desquelles se débattent planteurs et fabricants, et qui se traduisent par des diminutions des surfaces plantées comme à la Martinique et à Puerto-Rico ou par un maintien prolongé des cannes sur pied et une culture moins soignée, comme à Cuba.

A ces conditions générales, il faut superposer les particularités de chaque île. La Martinique et Puerto-Rico sont surpeuplées, Cuba, au contraire, a une très faible densité de population. La Martinique a une population de couleur, en très grande majorité; Puerto-Rico et Cuba sont peuplées de 90 p. 100 de créoles de sang espagnol. Les 1.100 kilomètres carrés de la Martinique comprennent presque exclusivement des montagnes et des mornes accidentés tandis que Puerto-Rico et Cuba, plus étendues, possèdent des plateaux et de vastes plaines. Enfin, au point de vue économique, la Martinique dépend entièrement de la France, comme Puerto-Rico dépend entièrement des États-Unis, tandis que Cuba, malgré l'importance du marché américain, possède cependant d'autres débouchés. A la Martinique et à Puerto-Rico, il s'agit, par conséquent, d'assurer le travail et de satisfaire aux besoins d'une nombreuse population. Il faut y éviter le chômage, toujours menaçant et générateur de conflits — conflits de race à la Martinique, conflits de nationalités à Puerto-Rico — mais la Martinique ne peut le faire, dans les conditions actuelles, que par l'exploitation de la canne, la production du sucre et du rhum, tandis que Puerto-Rico abrite d'autres cultures (tabac, café, coton, cultures fourragères, etc.) et possède un cheptel assez nombreux. Cependant, c'est encore de la canne que Puerto-Rico tire 80 p. 100 de ses ressources. Dans les deux cas, l'exploitation des sucres, sirops, rhums et alcools est entièrement soumise au bon vouloir de la mé-

tropole. A Cuba, le problème n'est plus le même : le chômage n'est pas à craindre, les ressources sont plus nombreuses (ressources minières, élevage, cultures diverses) mais la protection du commerce et de l'industrie n'y est pas aussi assurée qu'à Puerto-Rico ou qu'à la Martinique.

A Trinidad, enfin, rien ne limitait, jusqu'à présent, la production, et celle-ci n'a cessé de croître depuis dix ans. — L'industrie sucrière s'y trouve donc dans les conditions très favorables, facilitées encore par l'emploi d'une main-d'œuvre nombreuse, docile et laborieuse, constituée principalement par des Hindous. De plus, la sucrerie n'est pas la seule industrie de l'île, l'exploitation des naphtes et le raffinage des pétroles y ayant une grande importance.

Méthode de culture. Rendements.

Les méthodes de culture de la canne sont très semblables d'une île à l'autre mais il convient de tenir compte des différences de relief et de la plus grande facilité de culture mécanique qu'offrent les plateaux et les plaines de Cuba, Puerto-Rico et Trinidad, par rapport aux plantations de la Martinique, qui, sauf dans la plaine du Lamentin, sont situées sur des pentes souvent assez abruptes. Les plantations se font soit en octobre, novembre, soit de février à avril et, très généralement, les boutures sont plantées en sillons. Dans les terres très humides, on plante parfois sur billons, séparés les uns des autres par des canaux de drainage. Sur les pentes trop escarpées on plante en *trous carrés*. Les plantations de printemps qui ont lieu au moment de la coupe des cannes se font à l'aide de *bouts blancs* tandis qu'on emploie les boutures de corps, issues de pépinières, pour les plantations d'automne. Il ne semble pas que les plantations issues de bouts blancs soient moins rustiques que les plantations issues de boutures de corps.

A Cuba, les plantations de printemps ont été très réduites par suite de la diminution de production imposée par la crise.

La variété la plus répandue est la BH 10-12, hydride créée à la Barbade, précoce, se travaillant bien en usine, et dont planteurs et fabricants se montrent satisfaits. A la Martinique et à Puerto-Rico des essais ont été entrepris avec une variété récente, la May 28 qui, paraît-il, donne des rendements, en rejetons, supérieurs à ceux de la BH 10-12. Les hybrides javanais n'ont pas donné de très bons résultats aux Antilles en raison de la difficulté qu'offre leur jus à l'épuration. A Cuba, cependant, on les préfère généralement à la BH-10-12 à cause de leur plus grande résistance à la Mosaïque, et on cultive les POJ 28-78, POJ 27-25, et POJ 27-15.

Les terres à cannes de Puerto-Rico, de Cuba et de Trinidad sont en majorité de nature calcaire et ne demandent pas d'amendement. Au contraire, à la Martinique, sauf à l'extrême sud de l'île, les terres sont argileuses ou volcaniques et les chaulages sont indispensables. Ils se font avant le dernier labour, et généralement à raison de deux ou trois tonnes de chaux par hectare.

Malgré le grand intérêt qu'ils présentent, les engrais organiques sont peu utilisés. Le fumier est rare, les guanos sont trop chers, et seuls les planteurs martiniquais emploient assez souvent le crottin de mouton. Les pailles de cannes, laissées sur le terrain après la coupe, remplacent partiellement les engrais organiques et contribuent à améliorer un peu l'état physique du sol.

La fumure est donc presque exclusivement minérale, mais elle est généralement abondante et bien équilibrée ; on emploie peu le nitrate de soude en raison de la facilité

avec laquelle il est entraîné par les eaux de pluie, et, en tous cas, assez tard. A Puerto-Rico, on utilise parfois du nitrate de potasse. Le sulfate d'ammoniaque, le phosphate bicalcique et le sulfate de potasse sont les sels fertilisants les plus communs et, presque partout, on les emploie en mélange sous forme d'engrais complet contenant 12 p. 100 d'azote, 6 à 8 p. 100 d'acide phosphorique et 5 à 14 p. 100 de potasse. Les planteurs de Puerto-Rico qui employaient, il y a quelques années la formule 12-6-5 ont reconnu, depuis, l'importance de la fumure potassique et ont maintenant adopté la formule 12-8-12. Cet engrais est répandu généralement en deux fois, et à la dose de 1.000 à 1.200 kilogrammes par hectare. Le premier épandage se fait trois semaines ou un mois après la levée, et le deuxième, au bout de quatre mois environ. A Puerto-Rico, on fait parfois, pour les cannes plantées, trois fumures successives, la première ayant lieu immédiatement avant la plantation. La dose totale d'engrais complet est alors portée à 1.500 ou 1.600 kilogrammes. La fumure des rejetons se fait avec le même engrais, généralement en une seule fois, au moment des derniers sarclages. La dose est d'environ 800 à 1.000 kilogrammes à la Martinique, 1.000 à 1.200 kilogrammes à Puerto-Rico.

A Cuba, les fumures comme les façons d'entretien ont été réduites au minimum.

Toutes les plantations qui bordent la côte sud de Puerto-Rico sont irriguées. Des lacs artificiels ont été creusés sur les pentes du massif montagneux central; les eaux captées sont amenées aux plantations par des canaux cimentés. Les rigoles distributrices, perpendiculaires aux sillons, sont séparées par des intervalles de dix mètres et on procède aux irrigations tous les quinze jours, parfois toutes les semaines, en noyant successivement chaque sillon, à partir du point le plus bas du champ. On cesse d'irriguer un mois environ avant la récolte pour permettre aux cannes de mûrir plus complètement.

La coupe se fait au sabre, lorsque les cannes ont 13 à 18 mois environ. A Trinidad, elle est souvent précédée d'un flambage. C'est une pratique défectueuse au point de vue de la conservation des cannes, mais en détruisant les pailles elle facilite l'accès du champ, et d'ailleurs, elle est souvent rendue obligatoire par la présence de serpents très nombreux dans l'île et qu'elle éloigne. La récolte se fait, à la Martinique, par ateliers d'un coupeur et d'une amarreuse qui rassemble les tronçons et en fait des paquets liés au moyen de feuilles vertes. Les chariots ou mulets n'ont plus qu'à emmener ces paquets hors du champ. A Trinidad, à Puerto-Rico et à Cuba, les tronçons de cannes sont mis en lignes parallèles, et, en fin de journée on vient les ramasser et les charger sur les voitures. Comme les cannes ne sont pas liées ensemble, on ramasse en même temps une forte proportion de paille ou de feuilles qui entreront ensuite au moulin; par contre, on économise un peu de main-d'œuvre. Les feuilles vertes sont utilisées pour l'alimentation du bétail. Les pailles sont ensuite rangées en lignes, et laissées sur le sol qu'elles protègent du soleil. A Puerto-Rico, on les enfouit parfois. Elles ameublissent le sol et contribuent à y maintenir l'humidité. Les terres dans lesquelles on a enfoui les pailles, ont, d'après les résultats obtenus dans une plantation, absorbé 17 p. 100 d'eau en plus, au cours des irrigations, que celles où on s'était contenté de laisser les pailles sur le champ.

La durée des plantations est de deux ou trois ans dans les terres légères du Nord de la Martinique, de cinq à huit ans dans les terres argileuses du Centre et du Sud de l'île, plus fertiles mais plus difficiles à travailler. On fait trois à cinq récoltes de rejetons à Trinidad, deux et, rarement trois à Puerto-Rico, tandis qu'à Cuba, on en fait quatre à cinq en général mais, assez souvent, on y est amené à conserver sur pied une certaine quantité de cannes qui sont récoltées à l'âge de deux ans environ, et qui donnent évidemment d'assez mauvais rendement, tout en devenant très fibreuses. Quelques essais

de plantation annuelle comme à Java, ont été tentés à Puerto-Rico, mais ont été rapidement abandonnés.

Les rendements sont très variables. Les plus élevés sont obtenus à Puerto-Rico, où ils atteignent pour les cannes plantées, une moyenne de 70 tonnes par hectare dans les régions du Nord, et de 110 tonnes dans les plantations irriguées du Sud. Certaines pièces donnent des rendements de 200 tonnes. Les premiers rejetons produisent de 65 à 75 tonnes et les seconds, de 50 à 60 tonnes. En 1936, le rendement moyen, en cannes plantées et rejetons, a été, pour l'île, de 68 tonnes métriques par hectare.

A la Martinique, les rendements varient de 50 à 110 tonnes pour les cannes plantées (moyenne : 60 tonnes), de 30 à 70 tonnes pour les rejetons. Le rendement moyen en 1936 s'est établi à 51 tonnes par hectare.

A Cuba, enfin, la culture moins soignée, l'emploi de variétés moins productives aboutissent à des rendements inférieurs, accusant d'ailleurs de grandes différences d'une année à l'autre, oscillant entre 26 et 47 tonnes par hectare et n'ayant atteint en 1936, que le chiffre de 36,6 tonnes.

Fabrication.

La Martinique fabrique du sucre blanc, Puerto-Rico, Cuba et Trinidad du sucre roux.

L'extraction du vesou se fait partout par broyage et pressurage. Suivant la puissance des usines, les moulins comprennent très généralement un défibreur et trois ou quatre jeux de cylindres. A la Martinique le défibreur est presque toujours du type Krajewski à grosses dents très saillantes, déchiquetant bien la canne mais donnant toujours beaucoup de jus et se bourrant parfois, tandis que dans les autres îles, on emploie généralement le type Fulton, dont l'action est moins brutale. Il faut également signaler l'emploi courant à Trinidad, Puerto-Rico et Cuba, des couteaux à cannes, *Revolving knives,* qui précèdent le défibreur et qui débitent les tiges en petits tronçons, facilitant ainsi l'action du défibreur et permettant d'augmenter le débit du moulin dans une sensible proportion. On trouve même parfois deux couteaux successifs. Ces appareils sont constitués par une série de lames tranchantes montées sur un axe horizontal et tournant à une vitesse d'environ 600 tours-minute. Ils sont placés au-dessus du transporteur, de telle sorte que les extrémités des lames passent à une distance de 3 à 5 centimètres du tablier. Quelques usines martiniquaises ont également adopté ces appareils ; l'une d'elles a supprimé le défibreur, de sorte que la canne passe directement du coupe-cannes au premier jeu de cylindre. Cette disposition est exceptionnelle, car le travail du coupe-cannes n'est pas le même que celui du défibreur, et on perd en tous cas, une partie des avantages qu'on peut obtenir de celui-ci.

Aucune des sucreries françaises n'utilise les déchiqueteurs ou *shredders*. Les *shredders* sont de types divers. Ils sont généralement placés après les couteaux à cannes et coupent les cannes en morceaux plus fins. Leur utilité ne semble pas aussi incontestable que celle des couteaux à cannes, mais on les trouve parfois (rarement) dans les usines des autres îles. A Puerto-Rico, des électro-aimants sont parfois montés sur le tablier qui dessert le défibreur, pour arrêter au passage les corps métalliques. A Puerto-Rico encore (qui, soit dit en passant, possède certainement les plus modernes sucreries des Antilles), quelques sucreries ont installé un nivélateur, constitué par un tambour muni de pointes, monté à la partie supérieure de l'élévateur, au-dessus du tablier, et tournant dans le même sens que ce dernier. Son rôle est d'empêcher les cannes de se présenter en trop

gros paquets aux couteaux ou aux défibreurs, et d'en rejeter une partie vers le bas de l'élévateur. De même, sur les transporteurs intermédiaires, des rouleaux de bois, à grosses cannelures longitudinales, tournant en sens inverse de celui des transporteurs, égalisent la couche de bagasse et rendent l'imbibition plus régulière.

Cette dernière est toujours méthodique, c'est-à-dire qu'on pulvérise soit de l'eau chaude, soit, dans quelques usines de la Martinique et de Puerto-Rico, de l'eau froide sur la bagasse entrant au dernier jeu de cylindres, et que le jus dilué recueilli est envoyé sur la bagasse entrant au jeu précédent, de façon à obtenir, en fin de compte, un jus suffisamment concentré. Les moulins sont commandés par machines à piston horizontal type Corliss. Parfois il y a une machine pour le défibreur et le premier jeu de rolls, et une seconde machine pour les jeux suivants. La commande par moteurs électriques n'est guère utilisée.

Certaines sucreries américaines pèsent le vesou dans des bascules automatiques qui donnent toute satisfaction et assurent un contrôle plus exact que le simple jaugeage.

Des résultats de laboratoire qui m'ont été communiqués, on peut déduire les chiffres suivants :

	MARTINIQUE. (8 usines).	TRINIDAD (8 usines).	PUERTO RICO (7 usines).	CUBA (1 usine).
Sucre °/₀ cannes	12,1	12,9	13,2	13,5
Fibres °/₀ cannes	14,2	13,3	14,1	17,2
Imbibition	30,0	22,5	26,2	10,1
Extraction	93,75	91,5	92,4	94,4
Bagasse °/₀ cannes	27,2	29,0	28,4	24,0
Sucre °/₀ bagasse	2,8	3,8	2,9	3,2
Fibres °/₀ bagasse	52,2	44,9	49,6	75,0
Sucre de la bagasse °/₀ de cannes	0,76	1,10	0,82	0,77

On voit que l'extraction la plus élevée est obtenue dans l'usine de Cuba, et ceci, malgré une très faible imbibition et des cannes très fibreuses, mais le moulin de cette sucrerie est équipé d'un coupe-cannes, de deux défibreurs et de cinq jeux de cylindres. On peut donc y procéder à un pressurage très intense, qui se traduit d'ailleurs par une teneur en eau de la bagasse exceptionnellement faible. Laissons donc ce cas hors série et qui ne représente évidemment pas le travail des sucreries cubaines, dans leur ensemble.

Pour les autres îles, c'est la Martinique qui obtient les meilleurs résultats, au point de vue extraction, mais c'est grâce à une forte imbibition. D'une façon générale, les appareils d'évaporation y sont largement calculés et permettent de ne pas trop s'inquiéter de la dilution des jus. Comme les générateurs ont été modernisés, pour la plupart, au cours de ces dernières années, la bagasse suffit à leur alimentation.

Il est difficile de comparer les résultats entre les usines au point de vue de l'extraction avec et sans couteaux à cannes, les dilutions n'étant pas les mêmes et les cannes étant plus ou moins riches et plus ou moins fibreuses. A dilution analogue, et avec des moulins ayant le même nombre de cylindres, les différences d'extraction paraissent être de l'ordre de 1,5 p. 100.

Le processus de l'épuration est évidemment différent pour la Martinique, qui fabrique du sucre blanc, et pour les autres îles qui font du sucre roux.

Dans le premier cas, les jus mélangés sortant du moulin, sont sulfités à froid dans des appareils continus (Quarez ou colonnes verticales à chicanes dans lesquelles le vesou et le gaz circulent à contre courant, l'anhydride sulfureux provenant toujours de fours à soufre) jusqu'à ce que le pH ait été ramené à 4 environ. Ils sont ensuite envoyés dans

des bacs chauleurs à agitation mécanique (parfois munis d'hélico-agitateurs) et additionnés de lait de chaux, le pH du jus chaulé étant ainsi élevé aux environs de 6,8 à 7. Le contrôle se fait au moyen des indicateurs colorés (comparateur Hellige). Les jus subissent alors un réchauffage à 80-85° et sont envoyés dans les décanteurs où ils sont chauffés à 95° et subissent même parfois un court bouillissage. La décantation est discontinue. Les jus clairs sont parfois filtrés dans des Philippe, mais la plupart des sucreries se contentent de les faire passer sur des tamis vibrants, munis de toiles de bronze à mailles très fines (environ 200 par pouce linéaire), car les toiles des filtres mécaniques se colmatent très rapidement. Les boues sont filtrées sur filtres presses et ne sont pas lavées. Tout au plus en dilue-t-on une partie avec de l'eau pour terminer la filtration. Les jus filtrés ont un pH un peu supérieur (0,1 à 0,2) à celui des jus décantés, mais le mélange conserve cependant une réaction légèrement acide.

Exceptionnellement, la méthode d'épuration est modifiée de la façon suivante : chaulage du vesou à froid (pH = 7,5). Réchauffage à 90-95°, décantation, tamisage du jus clair et filtration des boues, évaporation, sulfitation du sirop jusqu'à pH = 6,5 environ. La concentration du jus en milieu alcalin n'est cependant pas à recommander, et la sulfitation du sirop est moins efficace que celle du jus.

A Trinidad, Puerto-Rico et Cuba, le vesou est chaulé jusqu'à un pH variant entre 7,2 et 8,5 suivant les usines, l'alcalinité finale étant généralement moins élevée à Puerto-Rico qu'à Cuba et Trinidad. Ce chaulage se fait dans les bacs jaugeurs, ou dans des chauleurs à agitateurs ordinaires, ou bien l'agitation mécanique est remplacée par un barbotage d'air comprimé. L'oxydation consécutive à cette injection d'air doit augmenter la coloration des jus mais comme on fait du sucre roux, on ne s'en inquiète pas outre mesure. Assez souvent, surtout à Puerto-Rico, l'addition du lait de chaux se fait directement dans la rigole d'évacuation du moulin. Le lait de chaux est mesuré au moyen de roues à godets et le mesurage ou la pesée du vesou se font alors sur les jus épurés. Cette méthode suppose évidemment un débit régulier du moulin. Ce n'est pas toujours le cas. On commence, à Puerto-Rico et à Cuba, à utiliser, pour le réglage du chaulage, les mesureurs continus de pH, du type Leeds et Northrup, qui assurent en même temps la commande automatique de la vanne de lait de chaux. Les écarts momentanés de pH sont de l'ordre de 0,5 de part et d'autre du pH voulu et se compensent mutuellement. Ces appareils donnent des résultats satisfaisants et ont d'ailleurs été essayés en France, depuis deux ans, pour la sulfitation des sirops. Le jus chaulé passe ensuite dans des réchauffeurs qui portent sa température aux environs de 102-104°. Les décanteurs sont, le plus souvent, continus (type Dorr). Quelques usines possèdent à la fois des décanteurs continus et discontinus, et ceux-ci n'ont généralement pas de serpentins, le chauffage se faisant entièrement dans les réchauffeurs. Parfois les jus subissent une double décantation (discontinue). Les jus clairs sont envoyés directement à l'évaporation, ou, parfois, à Puerto-Rico, tamisés au préalable, comme à la Martinique. Les boues sont filtrées, soit sur filtres presses, soit sur filtres continus Oliver. Dans le premier cas, elles ne sont pas lavées ; on les dilue parfois avec de l'eau et on les rentre au moulin pour l'imbibition ; elles sont retenues par la bagasse. Dans le deuxième cas, les boues sont mélangées avec 5 p. 100 environ de fine bagasse, triée par aspiration et qui forme support filtrant. Elles peuvent être lavées et c'est là le principal avantage du filtre continu. Une usine de Puerto-Rico, équipée uniquement avec des filtres Oliver, accusait pour ses tourteaux, une teneur moyenne en sucre de 0,6 p. 100. Les eaux de lavage sont mélangées aux jus filtrés et évaporées ou rentrées au moulin pour l'imbibition.

A Puerto-Rico, au lieu de mélanger les jus dilués et concentrés, on leur fait subir

assez souvent dans les grandes usines, un traitement différent. Le vesou concentré du défibreur et du premier jeu de cylindres est chaulé jusqu'à pH = 7,5 et réchauffé à 103-104°, tandis que le jus dilué recueilli en dessous du deuxième jeu de cylindres est additionné d'une quantité de lait de chaux plus faible (pH = 6,8) et chauffé seulement à 101° environ. On évite ainsi, pour les jus dilués, moins purs, les inconvénients du chauffage en milieu alcalin. Les jus concentrés et dilués sont ensuite décantés séparément; les jus dilués clarifiés sont envoyés au décanteur de jus concentrés, tandis que les boues de celui-ci sont envoyées au décanteur de jus dilués. On augmente donc le pH du jus dilué en même temps qu'on diminue celui du jus concentré, de sorte que le mélange final possède un pH de 7,1 ou 7,2.

Voici, pour les mêmes usines que précédemment, les résultats obtenus par l'épuration :

	MARTINIQUE.	TRINIDAD.	PUERTO-RICO	CUBA.
	—	—	—	—
Jus mélangés :				
Sucre °/₀ cc	11,4	12,7	11,7	14,8
Réducteurs	1,21	1,12	"	0,96
Pureté apparente	79,1	83,0	82,6	84,4
Jus épurés :				
Sucre °/₀ cc	11,8	"	"	15,05
Pureté apparente	81,8	84,6	"	85,7
Sirop :				
Pureté apparente	"	"	84,1	"
Tourteaux °/₀ cannes	1,6	1.9	2,6	1,3
Sucre °/₀ tourteaux	6,8	4,2	2,4	9,1
Peries °/₀ cannes	0,11	0,08	0,06	0,12

On remarquera d'abord la pureté sensiblement plus basse et la teneur en réducteurs un peu plus élevée des cannes de la Martinique.

Des puretés indiquées, on peut déduire les quantités de non sucre éliminé par l'épuration, par rapport au non sucre préexistant dans les jus. Ces quantités sont les suivantes :

Martinique	15.8 °/₀.
Trinidad	11,1 °/₀.
Puerto-Rico	10,2 °/₀.
Cuba	9,7 °/₀.

A titre de comparaison, l'épuration des jus de betteraves leur enlève environ 35 p. 100 de leurs impuretés.

La teneur en sucre des écumes est d'autant plus basse que le nombre d'usines équipées avec des filtres Oliver est plus grand. C'est donc à Puerto-Rico qu'on trouve les chiffres les plus faibles. A la Martinique, comme dans l'usine de Cuba donnée en exemple, il n'y a que des filtres presses, et dans cette dernière sucrerie, les tourteaux sont plus riches parce que les jus sont plus concentrés et les écumes très peu diluées avant filtration (10 p. 100 d'eau seulement). Par contre, le poids de tourteaux p. 100 kilogrammes de cannes, est en proportion inverse, mais cependant les pertes à l'épuration sont plus importantes à la Martinique qu'à Trinidad et à Puerto-Rico.

Les appareils d'évaporation sont classiques : ils comprennent généralement un quadruple effet avec condenseur barométrique et pompe à air sec, et fonctionnent sous vide. A Puerto-Rico, on trouve parfois un préévaporateur suivi d'un quadruple effet, mais à la Martinique on ne fait pas bouillir les jus sous pression. On craint sans doute de colorer les sirops.

Par suite de la faible quantité de vapeur nécessitée par les chauffages, les prélèvements sont réduits au premier corps (et au préévaporateur quand il existe). Ils sont consacrés au réchauffage des jus chaulés et aux cuites quand celles-ci sont munies de faisceaux tubulaires, ce qui n'est pas toujours le cas. A Puerto-Rico on trouve aussi des réchauffeurs à jus clairs, avant évaporation.

Les sirops obtenus, à 30° Baumé environ, sont généralement plus purs d'un demi point, que les jus clarifiés et leur pH est un peu inférieur, par suite des dépôts qui se sont formés pendant la concentration. Dans la plupart des cas, ils ne subissent aucun traitement et sont envoyés directement à la cristallisation. Cependant, quelques sucreries martiniquaises les réchauffent à 90° environ et les décantent ou les filtrent sur filtres Philippe, ou bien y ajoutent une petite quantité de phosphate bicalcique, pour précipiter les matières grasses ou cireuses, les réchauffent à 80° dans des bacs à serpentins, les écument et les filtrent.

A Trinidad, les sirops destinés à la fabrication du sucre roux ne sont pas épurés, mais on y fabrique un peu de sucre blond en gros cristaux destiné à la consommation directe, et, dans ce cas, le sirop est additionné d'acide phosphorique en solution, à raison d'environ 30 milligrammes de P^2O^5 par litre (un peu moins qu'à la Martinique) et à la température de 65°. Il est ensuite sulfité jusqu'à pH = 5,8, puis chaulé jusqu'à pH = 6,8 ou 7, décanté et envoyé à la cuite. Les boues sont mélangées à celles des jus chaulés.

A Puerto-Rico et Cuba, aucune épuration du sirop.

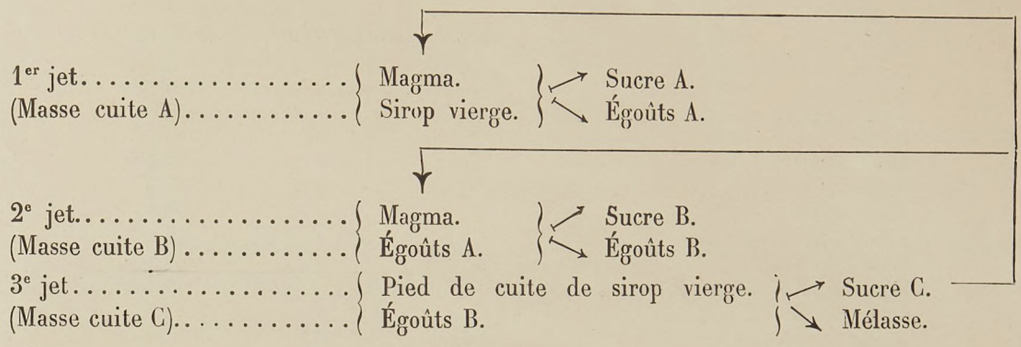
L'appareillage utilisé pour la cristallisation comprend des chaudières verticales à serpentins, ou à serpentins et faisceaux tubulaires. Assez souvent il y a de petites chaudières de 60 à 80 hos pour la formation du pied de cuite. A la Martinique, un seul condenseur reçoit les vapeurs du dernier corps de l'appareil d'évaporation et celles des différentes chaudières à cuire, tandis que dans les autres îles, il y a généralement un condenseur pour le multiple effet, et un condenseur pour chacune des chaudières à cuire, mais avec seulement une ou deux pompes à vide. Le réglage du vide est plus aisé et ni l'appareil d'évaporation ni les cuites ne subissent les effets de l'ouverture ou de la fermeture des vannes de vide sur les autres chaudières. Les malaxeurs sont à refroidissement spontané pour les premier et deuxième jets, et à serpentin agitateur pour le dernier jet. On trouve parfois des malaxeurs Lafeuille. Les turbines sont presque toutes suspendues; à Puerto-Rico, certaines sucreries sont équipées de turbines munies de régulateurs de marche et de clairçage. On peut donc régler les opérations de telle sorte qu'au bout d'un temps déterminé de turbinage, le clairçage se fasse automatiquement pendant un temps et avec un volume d'eau également déterminés (le clairçage à la vapeur se fait rarement); la vitesse de la turbine se ralentit ensuite et des racleurs font automatiquement la vidange. L'ouvrier n'intervient donc plus que pour l'admission de la masse cuite et le démarrage. Cette régularisation du temps de turbinage et du clairçage est évidemment intéressante, à condition toutefois qu'il ne faille pas modifier le réglage pour chaque malaxeur turbiné, c'est-à-dire que la fabrication soit elle-même régulière, tant au point de vue grosseur des cristaux, que pureté et viscosité de l'égout.

La commande des turbines se fait généralement par transmissions ou par moteur hydraulique, car l'électrification des sucreries est encore peu avancée, sauf à Puerto-Rico.

L'épuisement des égouts se fait normalement en trois jets, et parfois en quatre (Puerto-Rico, Cuba), exceptionnellement en deux jets (Martinique et Trinidad). La méthode la plus employée à la Martinique et à Puerto-Rico est la méthode dite de Java, qui consiste à mélanger le sucre de troisième jet turbiné en roux, avec du sirop vierge et à constituer

ainsi une masse cuite artificielle, en fins cristaux, appelée *magma* à la Martinique, et *semence* à Puerto-Rico et Cuba, et qui servira de pied de cuite pour les premier et deuxième jets.

On a donc le schéma général suivant :



A la Martinique, les masses cuites A sont malaxées pendant deux à quatre heures, les masses cuites B pendant une vingtaine d'heures et les masses cuites C pendant quatre ou cinq jours. Les sucres A et B sont claircés à l'eau et à la vapeur ou à la vapeur seulement et donnent du n° 3 ou du n° 2 *bis*.

A Puerto-Rico et Cuba, la masse cuite A et même parfois, la masse cuite B sont à peine malaxées. Les sucres A et B sont légèrement claircés à l'eau.

Voici les résultats obtenus par cette méthode, dans une usine de la Martinique :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETE.
	—	—	—
Sirop vierge	51,4	40,2	78,3
Magma	86,9	77,5	89,2
Masse cuite A	94,2	75,5	80,1
Égoûts mélangés A	80,2	46,2	57,6
Masse cuite B	96,3	66,1	68,6
Égoûts mélangés B	76,2	35,2	46,2
Masse cuite C	96,8	55,8	57,6
Mélasse	89,4	27,9	31,2
Sucre A	"	99,8	"
Sucre B	"	99,1	"

La basse pureté du sirop et la diminution de viscosité entraînée par la sulfitation permettent comme on le voit, un serrage énergique des masses cuites, sans formation de faux grains.

A Puerto-Rico et Cuba, la pureté du sirop atteint souvent 83 à 85. On est alors amené à rentrer des égouts A dans la masse cuite de premier jet de façon à ramener cette pureté à 80-81. Les produits obtenus au cours de l'épuisement ont sensiblement la même composition que dans le cas précédent, mais les masses cuites sont généralement moins serrées. L'épuisement est moins rapide comme le montrent les chiffres suivants obtenus à Puerto-Rico :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETÉ.
	—	—	—
Sirop vierge	71,7	59,8	83,4
Magma	"	"	"
Masse cuite A	92,4	74,6	80,8
Égoûts A	83,7	52,0	62,1
Masse cuite B	93,8	64,2	68,4
Égoûts B	88,2	42 8	48,5
Masse cuite C	94,0	54,0	57,4
Mélasse	86,3	27,1	31,4
Sucres A et B mélangés	"	96,5	"

Au lieu de rentrer des égouts en premier jet, on peut conserver une pureté relativement élevée dans la masse cuite A, mais on doit alors serrer encore moins que dans le cas précédent (Brix : 90 environ au premier jet) et épuiser en quatre jets. C'est le cas de l'usine américaine dont voici les résultats, malheureusement incomplets :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETÉ.
	—	—	—
Sirop vierge	"	"	85,4
Magma	"	"	"
Masse cuite A	"	"	86,4
Égoûts A	"	"	69,7
Masse cuite B	"	"	79,9
Égoûts B	"	"	59,6
Masse cuite C	"	"	71,0
Égoûts C	"	"	48,4
Masse cuite D	"	"	57,9
Mélasse	86,8	26,2	30,2
Sucres A, B, C mélangés	"	97,1	"

Dans certains cas où, par suite de la pureté élevée du sirop, on est amené à faire quatre jets, on préfère ne pas monter la cuite A sur *magma*, celui-ci augmentant encore la pureté de la masse cuite, et la cuite de premier jet se fait alors sur pied de sirop vierge. La cuite B est montée sur *magma* et alimentée avec du sirop vierge et les égouts A, la cuite C est montée sur *magma* et alimentée avec les égouts B, et enfin, la cuite D est faite sur pied de sirop et alimentée avec les égouts C.

Voici des résultats obtenus par cette méthode de travail :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETÉ.
	—	—	—
Sirop vierge	64,7	55,6	85,9
Magma	"	"	"
Masse cuite A	91,1	78,2	85,8
Égoûts A	"	"	74,2
Masse cuite B	91,9	75,0	81,6
Égoûts B	"	"	68,7
Masse cuite C	93,0	70,1	75,4
Égoûts C	"	"	57,6
Masse cuite D	93,3	57,4	60,2
Mélasse	89,3	32,8	36,7
Sucres A, B, C mélangés	"	93,5	"

La mélasse semble moins bien épuisée à première vue, mais elle contient seulement 20,2 p. 100 de réducteurs et on ne peut faire mieux en pareil cas. Cette méthode de travail en quatre jets est d'ailleurs moins commune que l'épuisement en trois jets. A la Martinique elle n'est jamais employée et lorsque la pureté du sirop atteint 82-83 et qu'on veut éviter des rentrées trop massives d'égouts dans la cuite de premier jet, on peut employer une méthode analogue à la précédente, c'est-à-dire monter la cuite A sur pied de sirop vierge au lieu du *magma*, mais alors pour cristalliser en trois jets, on est obligé d'y rentrer une certaine proportion d'égouts. On n'y rentre généralement qu'une partie des égouts riches A.

La cuite B est montée sur magma, et alimentée avec du sirop vierge, le reste des égouts riches A et les égouts pauvres A. La cuite C est faite sur pied de sirop vierge, et alimentée avec du sirop et les égouts B. Les chiffres suivants sont obtenus par cette méthode (Martinique) :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETE.
Sirop vierge	60,0	48,1	82.0
Masse cuite A	93,5	75.7	81,0
Égoûts riches A	72,3	57,9	80.1
Égoûts pauvres A	79,8	40,8	51,1
Masse cuite B	94,0	65,6	69,8
Égoûts mélangés B	70,8	36,3	51,2
Masse cuite B	94,2	54,5	57,8
Mélasse	87,4	26,3	30.1
Sucre A	"	99,6	"
Sucre B	"	98.9	"

On voit que les résultats obtenus sont très sensiblement les mêmes que ceux de la première méthode indiquée (travail en trois jets, avec premier jet sur magma sans rentrées d'égouts, en partant de sirops à 78-79 de pureté).

J'ai dit qu'exceptionnellement, la cristallisation se faisait en deux jets. Deux usines l'une à la Martinique et l'autre à Trinidad emploient cette méthode, qui n'est appliquée nulle part à Puerto-Rico, ni, je crois, à Cuba.

La cristallisation, dans la sucrerie martiniquaise, est conduite de la façon suivante :

La cuite de premier jet est montée d'abord sur pied de sirop vierge et alimentée avec du sirop et si c'est nécessaire des égouts riches de premier jet, de façon à obtenir une pureté apparente voisine de 80. Une partie de cette masse cuite est envoyée dans la deuxième chaudière de premier jet, et constitue le pied de cuite. On s'arrange donc pour alterner les opérations de façon à pouvoir toujours utiliser le quart environ du contenu d'une chaudière pour former le pied de cuite de la seconde chaudière. L'alimentation se fait avec du sirop vierge et des égouts riches de premier jet si la pureté du sirop est supérieure à 80. La cuite de deuxième jet est également montée sur pied de cuite provenant du premier jet. La masse cuite de premier jet nécessaire est conservée en malaxeur fermé jusqu'à son utilisation en deuxième jet. Elle est alimentée avec les égouts riches et pauvres de premier jet et les égouts riches de deuxième jet.

Le sucre A est d'abord turbiné en roux, malaxé ensuite avec des égouts riches de premier jet, turbiné à nouveau et claircé à l'eau et à la vapeur. Le sucre B subit également le double turbinage et est ensuite claircé à la vapeur.

Voici des résultats ainsi obtenus :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETE.
Sirop vierge	50,25	42,1	83,8
Masse cuite A	93,4	74,5	79,7
Égoûts riches A	75.6	58,7	77,6
Égoûts pauvres A	78,6	44,9	57,0
Masse cuite B	94,3	57,5	61,0
Égoûts riches B	"	"	"
Mélasse	87,3	26,1	29,9
Sucre A	"	98,9	"
Sucre B	"	98,6	"

L'analyse de la mélasse n'indiquant pas la teneur en réducteurs, il est impossible de se rendre compte, *a priori*, de son degré d'épuisement. La quantité de sucre laissé dans la mélasse, par rapport au sucre contenu dans le vesou épuré, est cependant inférieure à celle de bien des usines travaillant en trois jets. On voit que les rentrées d'égouts riches en premier jet sont très importantes, d'où la nécessité du double turbinage et l'obtention de sucres de moins bonne qualité.

A Trinidad, la même méthode de cristallisation en deux jets avec production de sucre roux donne les résultats suivants :

	BRIX.	POLARISATION.	PURETÉ.
	—	—	—
Sirop vierge	57,5	49,0	85,3
Masse cuite A	91,6	75,8	82,8
Égoûts A	"	"	56,1
Masse cuite B	90,5	55,7	61,6
Mélasse	"	"	36,1
Sucres mélangés	"	95,1	"

La perte en sucre, dans la mélasse, est supérieure à celle de la moyenne des usines travaillant en trois jets, et de la sucrerie martiniquaise précédente, parce que la pureté du sirop et celle de la masse cuite A sont plus grandes. Les masses cuites sont moins serrées.

De tout ce qui précède, il ressort que la meilleure façon de mener la cuite aux Antilles, est d'épuiser en trois jets avec une masse cuite A dont la pureté ne dépasse pas 80 ou 81. Par conséquent, lorsque le sirop vierge a une pureté supérieure, ou lorsqu'on emploie le *magma* comme pied de cuite, il faut rentrer des égouts en premier jet, ou se résigner à cuire en quatre jets. Enfin, la cuite en deux jets, même avec rentrées d'égouts en premier jet, conduit à un épuisement défectueux, ou à des difficultés de turbinage quand on veut serrer suffisamment la masse cuite B pour améliorer cet épuisement.

On obtient finalement de 3 à 5 kilogrammes de mélasse (4 kilogr. en moyenne) et les rendements moyens ont été, en 1936, les suivants (pour les usines citées en exemple):

	SUCRE BRUT °/₀ DE CANNES.	SACCHAROSE °/₀ DE CANNES.	SACCHAROSE °/₀ DE SACCHAROSE contenu dans les cannes.
	—	—	—
Martinique	9,34	9,25	76,44
Trinitad	11,15	10,74	83,24
Puerto-Rico	11,78	11,31	85,68
Cuba	11,89	11,41	84,33

Si on tient compte de l'ensemble des usines dans les îles considérées, les rendements moyens en sucre brut, pour 1936, ont été respectivement de 9,32 (sucre blanc 99°), 11,25, 12,20 et 12,19 (sucre roux 96°).

La balance des pertes pour les usines dont j'ai reproduit les résultats, s'établit comme suit :

	MARTINIQUE.	TRINITAD.	PUERTO-RICO.	CUBA.
	—	—	—	—
Sucre °/₀ de cannes	12,10	12,90	13,20	13,53
Sucre extrait (100°)	9,25	10,74	11,31	11,41
Sucre laissé dans la bagasse	0,76	1,10	0,82	0,77
Sucre laissé dans les tourteaux	0,11	0,08	0,06	0,12
Sucre laissé dans la mélasse	1,10	0,92	0,92	1,16
Pertes inconnues	0,88	0,06	0,09	0,07

On peut constater l'importance beaucoup plus grande des pertes inconnues dans les usines martiniquaises par rapport aux usines étrangères. Si ces pertes étaient ramenées au même chiffre qu'à Puerto-Rico par exemple, la quantité de saccharose extrait serait sensiblement égale à 83 p. 100 du saccharose initial, comme à Trinidad. La quantité

de sucre laissée dans la mélasse est également un peu plus grande mais ceci n'a pas d'importance, puisque ce sucre est utilisé à la fabrication de rhum.

Le rendement des usines de la Martinique, qui s'est beaucoup amélioré au cours de ces dernières années, puisqu'il est passé de 6,45 à 9,32 entre 1927 et 1936,pourrait donc être encore accru d'une façon sensible par une surveillance plus sévère qui permettrait de déterminer les causes de ces pertes inconnues et de les éviter en grande partie. Il n'y a aucune raison pour que les résultats obtenus ailleurs ne puissent l'être à la Martinique. Je n'envisage évidemment que le point de vue technique, car du point de vue économique et social, on peut se demander si une augmentation du rendement serait vraiment à souhaiter.

Comme je l'ai déjà dit, les générateurs ont été modernisés et la plupart des usines des Antilles possèdent des chaudières multitubulaires fournissant de la vapeur à 12-15 kilogrammes. Les foyers sont à gradins. En plus, on trouve généralement un foyer équipé de façon à pouvoir brûler du mazout ou du charbon en cas de défaut de bagasse. Lorsque celle-ci est en excédent, comme il arrive assez souvent dans les sucreries bien outillées, elle est parfois pressée en balles. Des essais d'utilisation pour le chauffage des locomotives n'ont pas donné jusqu'à présent des résultats satisfaisants.

La fabrication du rhum n'est guère de ma compétence et je m'y étendrai peu. La Martinique fabrique environ 230.000 hectolitres de rhum par an, Puerto-Rico en fait encore très peu (15.000 hectol. seulement en 1936), mais cherche à intensifier sa production. Cuba en fabrique environ 400.000 hectolitres et autant d'alcool à haut degré. Il est hors de doute qu'en ce qui concerne la qualité, la Martinique détient une supériorité indiscutable, mais ce sont les vieilles traditions qui régissent les méthodes — et la fabrication est empirique. Les proportions d'eau, de vinasses et de mélasse dans les moûts, la dose d'acide à ajouter, la durée et la température de la fermentation varient dans de très larges limites. Les résultats sont bons, mais il ne semble pas que des études aient été faites en vue de savoir pourquoi il en est ainsi et si on ne pourrait pas faire mieux encore. A Puerto-Rico où la question a pourtant une importance beaucoup moins grande, un laboratoire de la station de Rio Piédras, près de San Juan, s'occupe spécialement de la fermentation des jus, sirops et mélasses de cannes et notamment de la fabrication des rhums *Grand arôme*.

Les rhumeries françaises doivent éviter de se laisser égaler et peut-être un jour distancer par leurs concurrents étrangers. Les mesures de contingentement et le monopole qu'elles assurent peuvent ne pas être éternels.

Il me semble aussi que pour la rhumerie comme pour la sucrerie, la question des pertes doit être serrée de plus près. J'ai vu des fermentations bien tumultueuses et des débordements qui n'amélioraient certainement pas les rendements.

J'ai dit qu'au point de vue du rendement en sucre, l'augmentation a été de 45 p. 100 au cours des dix dernières années. Le rendement en rhum, pour les usines à sucre, n'a pas suivi la même progression et il est resté stationnaire aux environs de 40 litres par hectolitre de mélasse, exprimé en alcool pur, tandis que celui des distilleries industrielles a dépassé 50 litres en 1935. Quant à celui des distilleries agricoles, traitant directement les vesous, il est extrêmement variable, mais pourrait être augmenté pour certaines rhumeries de 75 p. 100.

Dans l'ensemble, il faut cependant reconnaître que les usines martiniquaises ont produit un gros effort pour améliorer leur équipement et rendre leurs méthodes plus rationnelles. Au point de vue de l'extraction et de l'épuisement des égouts, elles obtiennent des résultats supérieurs ou tout au moins comparables à ceux des grandes usines américaines. Les rendements culturaux ont également augmenté de façon très sensible, puisque les tonnages récoltés se maintiennent au même niveau, à peu de chose près depuis dix ans, malgré la réduction importante des surfaces consacrées à la canne et les méthodes de culture sont aussi bonnes que le permet la configuration du terrain.

Il y a cependant des progrès à faire. Les cannes sont plus pauvres et moins pures que dans les autres Antilles et les rendements sont inférieurs à ceux des plantations non irriguées de Puerto-Rico. Les variétés sont-elles moins bien adaptées au sol ? La coupe est-elle prématurée ou trop tardive? La fumure convient-elle, dans chaque cas, au sol qui la reçoit ? Autant de questions qui ne peuvent recevoir actuellement de réponse. Par ailleurs les usines travaillent souvent des cannes coupées depuis deux ou trois jours et qui sont plus ou moins altérées. C'est là une pratique qu'il faudrait abandonner en exigeant des ouvriers agricoles qu'ils travaillent tous les jours comme le font les ouvriers d'usine.

A Puerto-Rico comme à Trinidad et à Cuba, existent des laboratoires et des stations agronomiques dépendant de l'État ou des grandes compagnies sucrières et qui poursuivent la sélection des cannes, des bananiers, du caféier, cacaoyer, etc., qui étudient et analysent les sols, qui cherchent les moyens de combattre les maladies et les parasites des plantes. A la Martinique, les services agricoles de la colonie, malgré leur compétence et leur bonne volonté, sont dans l'impossibilité matérielle de subvenir à toutes ces recherches. Les usines ne peuvent-elles s'organiser et collaborer, sous une forme à préciser, avec l'administration, pour que la colonie possède enfin des services scientifiques dignes de son importance économique ?

Aux seuls points de vue de l'étude agrologique des sols, de l'adaptation, à la Martinique, des cultures industrielles secondaires, et de l'étude de la fermentation en rhumerie, ils auraient fort à faire.

L'équipement des usines serait amélioré par l'adoption des filtres continus, permettant le lavage, des décanteurs continus permettant les économies de main-d'œuvre, des coupe-cannes améliorant l'extraction.

Le contrôle du volume de l'imbibition, de l'épuration, et de la fabrication en général, pourrait être plus serré. Les petites distilleries agricoles travaillent sans contrôle sérieux. Les sucreries et les grandes distilleries ont fini par comprendre qu'il leur fallait un laboratoire. En ont-elles toutes compris l'importance réelle ? Tous leurs chimistes sont-ils capables, je ne dis pas de faire des analyses, qui sont parfois incomplètes d'ailleurs, mais de collaborer avec le chef de fabrication, de rechercher ces pertes dont on a vu la proportion, de signaler les points faibles, les améliorations possibles du travail et, pendant l'intercampagne, d'analyser, par exemple, les sols des plantations ? Dans les grandes usines, le laboratoire devrait être, en dehors de son travail de contrôle, une petite station de recherches industrielles et agronomiques.

Enfin à Trinidad, par exemple, les résultats de toutes les usines sont centralisés et publiés, année par année. Il n'y a pas, en sucrerie tout au moins, de secrets à garder et la comparaison des chiffres, quand ceux-ci sont complets, permet à chaque fabricant de se rendre compte de la qualité de sa fabrication et éventuellement de l'améliorer, dans son intérêt propre et dans l'intérêt général.

Les Français ont l'habitude de critiquer facilement ce qui se passe chez eux. Je ne

voudrais pas qu'on puisse croire que j'aie cédé à cette coutume et d'ailleurs, mon voyage a été trop rapide pour que je puisse me permettre des assertions formelles. J'ai vu moins bien qu'à la Martinique, mais j'ai vu mieux. Il me semble donc qu'on peut y améliorer les conditions techniques et économiques de l'industrie de la canne ; c'est pourquoi, il faut étudier les problèmes posés de beaucoup plus près que je n'ai pu le faire, dans chaque usine d'abord, et c'est le rôle du chimiste, et pour l'ensemble de l'île, ensuite, et ce serait le rôle de cette station de recherches dont l'utilité ne me paraît pas contestable. A défaut d'un service permanent, qui constituerait l'idéal, on pourrait envisager une sorte d'inspection, fonctionnant pendant la campagne sucrière, comparant les méthodes et les résultats, étudiant les améliorations possibles et guidant les laboratoires de contrôle dans les travaux à entreprendre.

Ce bref résumé des observations recueillies n'a aucune prétention scientifique. Je me suis borné à reproduire les indications qu'on m'a fournies et à en extraire quelques déductions. Je tiens à profiter de l'occasion qui m'est offerte pour remercier tous ceux qui, à la Martinique et dans les autres îles, m'ont accueilli et renseigné avec une parfaite courtoisie et la plus grande obligeance.

TABLE DES MATIÈRES.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

Pages

G. Guittonneau, G. Mocquot et A. Eyrard. — Recherches sur la pasteurisation des laits de consommation :

Premier mémoire : Choix d'un milieu de culture pour la numération des germes microbiens..... 7

Deuxième mémoire : Sur la colimétrie appliquée aux contrôles de la pasteurisation des laits et des laits pasteurisés..... 15

G. Guittonneau, J. Keilling et H. Delaval. — Les formes levures dans la flore superficielle des fromages de Camembert..... 37

G. Guittonneau et M^lle M. Bejambes. — Chromorésistance et enrobage phosphocalcique des microbes chauffés dans le lait..... 51

G. Percher. — Les levures froides..... 59

G. Percher. — L'extrait sec des vins..... 63

M. Flanzy et L. Theron. — Le manganèse dans les vins de Vitis vinifera et dans les vins d'hybrides..... 67

G. Warcollier et J. Tavernier. — État de maturité des pommes. Son importance en cidrerie et distillerie. Étude de quelques phénomènes de métabolisme au cours de la maturation..... 77

G. Meneret. — « Finesse » de l'orge de brasserie..... 95

M. Flanzy et M^lle M. Lamazou-Betbeder. — Sur la composition des eaux de vie de la région languedocienne..... 105

P. Nottin. — Contribution à l'étude des blés indigènes (récoltes 1935, 1936, 1937). 121

E. Dartois. — L'industrie sucrière aux Antilles..... 158

Imprimerie Nationale. — J. 205-1938.